

# Mastermodule

## mat510 - Fourieranalysis

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          | Fourieranalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Modulkürzel               | mat510                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kreditpunkte              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Workload                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Zuständige Personen       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Kompetenzziele            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Beherrschen der Grundbegriffe der Fourieranalysis wie etwa Fourierkoeffizient, Fourierreihe, Dirichlet-, Poisson- und Fejerkerne, Fourier-Transformation, Fourierinversion, ...</li> <li>Kennenlernen verschiedenster Konvergenzsätze in verschiedenen Funktionenräumen -</li> <li>ennenlernen verschiedener Rahmenbedingungen, in denen Fourieranalysis betrieben werden: für periodische Funktionen, für Funktionen auf dem <math>\mathbb{R}^n</math>, für Funktionen auf Gruppen, ...</li> <li>Kennenlernen von Anwendungen dazu - etwa der Physik durch Modellierung realer Prozesse</li> <li>Erkennen inhaltlicher Zusammenhänge zu anderen klassischen Gebieten der Analysis, etwa Funktionalanalysis, Theorie partieller Differentialgleichungen, Wahrscheinlichkeitstheorie, Zahlentheorie, ...</li> </ul> |
| Modulinhalte              | Grundlegende Definitionen und Techniken, der Satz von Fejer und seine Varianten, Hilbertraum-Methoden, Konvergenz von Fourier-Reihen in Funktionenräumen, die Fourier-Transformation in $\mathbb{R}^N$ , abstrakte Konzepte wie etwa: harmonische Analysis oder Banachalgebren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Literaturempfehlungen     | Edwards, D.A.: Fourier series I, II, Springer<br>Katznelson, Y.: An Introduction to Harmonic Analysis, Cambridge Math. Library<br>Körner, T.W.: Fourier Analysis, Cambridge University Press<br>Rudin, W.: Real and Complex Analysis, Mc Graw-Hill<br>Stein E.M., Shakarchi, R.: Fourier Analysis -- an Introduction, Princeton U. Press                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Links                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Unterrichtsprachen        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer in Semestern        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Angebotsrhythmus Modul    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Aufnahmekapazität Modul   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Hinweise                  | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulart                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Modullevel                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Lehr-/Lernform            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Vorkenntnisse             | Analysis I-IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

---

| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten               | Prüfungsform                                                   |                  |
|------------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                          | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 4                            | --                                                             | 56               |
| Übung                              |           | 2                            | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                              |                                                                | 84 h             |

## mat515 - Funktionalanalysis II

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Funktionalanalysis II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat515                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Vertiefung der Funktionalanalysis durch ausgewählte Kapitel</li> <li>Zugewinn an abstrakten analytischer Werkzeugen, die nicht zwingend an eine spezifische Problemstellung geknüpft sind</li> <li>Zugewinn an allgemeinem analytischen Abstraktionsvermögen und damit auch ein mehr an Verständnis für die Analysis als Ganzes</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Weiterführende Themen der Funktionalanalysis, z.B.: Spektraltheorie beschränkter und unbeschränkter Operatoren, schwache Topologien, Banachraumtheorie, Theorie lokalkonvexer Räume, Operatorhalbgruppen, Banachalgebren, $C^*$ -Algebren, ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | D. Werner, Funktionalanalysis, Springer Verlag<br>W. Rudin: Functional Analysis, McGraw-Hill Book Co.<br>M. Reed, B. Simon: Methods of modern mathematical physics-functional analysis, Academic Press<br>R. Meise, D. Vogt: Funktionalanalysis, Vieweg Verlag<br>G.J. Murphy: $C^*$ -Algebras and Operator Theory, Academic Press<br>G. Köthe: Topological vector spaces, I, II, Springer Grundlehren, 1966-1979                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4   | --                                                             | 56               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2   | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                | 84 h             |

## mat525 - Nichtlineare Funktionalanalysis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           | Nichtlineare Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Modulkürzel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           | mat525                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
| Kreditpunkte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
| Workload                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           | 180 h                                                                                                                                                                                                                                     |                  |                                                                |
| Verwendbarkeit des Moduls                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                            |                  |                                                                |
| Zuständige Personen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li><li>• Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li><li>• Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li><li>• Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li></ul> |                  |                                                                |
| Teilnahmevoraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Kompetenzziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Vertrautheit mit topologischen Methoden zum Beweis von Existenzaussagen</li><li>• Kennenlernen der Anwendung abstrakter Methoden auf nichtlineare Probleme</li><li>• Eng verwandt mit den Modulen Funktionalanalysis, Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen, Theorie der partiellen Differentialgleichungen, Nichtlineare partielle Differentialgleichungen</li></ul> |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Modulinhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Aufbauend auf Grundkenntnissen der Funktionalanalysis werden Nichtlineare Abbildungen zwischen Banachräumen untersucht. Nach Einführung der Grundbegriffe wie Gateaux- und Frechetdifferenzierbarkeit behandeln wir u.a.: Lokale Auflösbarkeit nichtlinearer Gleichungen (Satz über implizite Funktionen in Banachräumen), Fredholmtheorie, Liapunov-Schmidt-Reduktion und Verzweigungen, Fixpunktsätze (Brouwer, Schauder, Kakutani), Indextheorie. Parallel zur Theorie werden Anwendungen betrachtet, z.B. zu nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen und aus der Spieltheorie und Ökonomie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Literaturempfehlungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Appell, J. and Văth, M., Elemente der Funktionalanalysis, Vieweg, 2005<br>Werner, D., Funktionalanalysis, Springer, 2007<br>Zeidler. E., Nonlinear Functional Analysis, Springer, 1985<br>Drábek, P. und Milota, J., Methods of Nonlinear Analysis, Birkhäuser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Links                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Unterrichtsprachen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
| Dauer in Semestern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                |                  |                                                                |
| Angebotsrhythmus Modul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                                |
| Aufnahmekapazität Modul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                |                  |                                                                |
| Hinweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                |
| Modulart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
| Modullevel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                          |                  |                                                                |
| Lehr-/Lernform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
| Vorkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           | (Lineare) Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                                |
| Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                            |                  | Prüfungsform                                                   |
| Gesamtmodul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                              |                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |
| Lehrveranstaltungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Kommentar | SWS                                                                                                                                                                                                                                       | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz                                               |
| Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 3                                                                                                                                                                                                                                         | --               | 42                                                             |
| Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           | 1                                                                                                                                                                                                                                         | --               | 14                                                             |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

---

## mat530 - Einführung in die Topologie

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                  |                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Einführung in die Topologie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                  |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat530                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                  |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                  |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                  |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                  |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                  |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                  |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kennenlernen grundlegender Strukturen der Mathematik, zum Beispiel initiale und finale Objekte</li> <li>Kennenlernen von Invarianten und Verständnis für deren Bedeutung bei Problemlösungen</li> <li>Enge Bezüge zur Globalen Analysis und algebraischen Geometrie</li> </ul> |     |                                                                  |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengentheoretische Topologie: Topologische Räume, stetige Abbildungen, Produkte und Quotienten, Zusammenhang und Kompaktheit</li> <li>Algebraische Topologie: Fundamentalgruppe, singuläre und/oder simpliziale Homologie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                  |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | B. von Querenburg, Mengentheoretische Topologie, Springer<br>N. Bourbaki, General Topology, Springer<br>A. Hatcher, Algebraic Topology, Cambridge U. Press<br>J. J. Rotman, An Introduction to Algebraic Topology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                  |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                  |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                  |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                  |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                  |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                  |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A/B (In jedem der Studienschwerpunkte A und B werden 3 KP angerechnet.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                  |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                  |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                  |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                  |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Vorkenntnisse: Analysis I-III, Lineare Algebra, Algebra I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                  |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Prüfungsform                                                     |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Prüfung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SWS | Angebotsrhythmus                                                 | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3   | --                                                               | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1   | --                                                               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                  | 56 h             |



## mat535 - Globale Analysis I

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Globale Analysis I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat535                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kenntnis der Grundbegriffe der Analysis auf Mannigfaltigkeiten wie Tangentialraum, Vektorfelder, Lie-Klammer, Tensoren</li> <li>Verständnis des Wechselspiels von Analysis, Geometrie und Topologie, z.B. Verständnis für die Rolle von Differentialformen für geometrische und topologische Fragestellungen</li> <li>Enge Beziehungen zu Differentialgeometrie, algebraischer Topologie, Beziehungen zu partiellen Differentialgleichungen, komplexer Geometrie</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Grundlagen: Differentialformen, allgemeiner Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Weitere Themen, z.B.: Sätze von de Rham und Hodge, Vektorbündel, Symplektische Geometrie, Lie-Gruppen, Satz von Frobenius, Satz von Chern-Gauß-Bonnet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Jost, J.: Riemannian Geometry und Geometric Analysis; Springer<br>Agricola, I. und Friedrich, T.: Globale Analysis; Vieweg<br>Milnor, J.W.: Topology from the Differentiable Viewpoint, Princeton U. Press                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Analysis I-III (bzw. Math. Meth. Physik), Lineare Algebra, Interesse an Mannigfaltigkeiten, Vorkenntnisse in Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                              | --                      | 56                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                                                              | --                      | 28                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         | 84 h                    |

## mat536 - Globale Analysis II

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Globale Analysis II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat536                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Vertieftes Verständnis des Wechselspiels von Analysis, Geometrie und Topologie</li> <li>Enge Beziehungen zu Differentialgeometrie, algebraischer Topologie, partiellen Differentialgleichungen, komplexer Geometrie</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Vertiefende Themen der Globalen Analysis, z.B. Indextheorie, charakteristische Klassen, Dirac-Operatoren, Morse-Theorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | R. Bott, L.W. Tu: Differential Forms in Algebraic Topology<br>H.B. Lawson, M.-L. Michelsohn: Spin Geometry, Princeton Univ. Press<br>N. Berline, E. Getzler, M. Vergne: Heat Kernels and Dirac Operators, Springer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Globale Analysis I, Theorie der partiellen Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4   | --                                                             | 56               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2   | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                | 84 h             |

## mat538 - Singuläre Analysis

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                              |                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Singuläre Analysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                              |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat538                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                              |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                              |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                              |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                              |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                              |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                              |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kennenlernen des Wechselspiels von Geometrie und Analysis in der Behandlung singulärer Probleme</li> <li>Verständnis für die Rolle von blow-ups in Problemen, in denen mehrere Skalierungen eine Rolle spielen</li> <li>Enge Bezüge zu partiellen Differentialgleichungen, Globaler Analysis, Differentialgeometrie</li> </ul> |     |                                                              |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlegende Methoden der Singulären Analysis: Asymptotik, blow-up, Pushforward Theorem und singular asymptotics Lemma</li> <li>weitere Themen, z.B.: b-Kalkül, Laplace Operator auf einem Kegel, das regulär-singuläre Sturm Liouville Problem, limit point und limit circle Fälle, die maximale und minimale abgeschlossene Erweiterung.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                              |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | R. Melrose, The Atiyah-Patodi Singer Index theorem<br>AK Peters D. Grieser, Basics of the b-calculus, online<br><a href="https://arxiv.org/abs/math/0010314">https://arxiv.org/abs/math/0010314</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                              |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                              |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                              |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                              |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                              |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                              |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                              |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                              |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                              |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                              |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Funktionalanalysis; Grundkenntnisse über partielle Differentialgleichungen sind vorteilhaft (mat555 oder mat560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                              |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Prüfungsform                                                 |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Lösen von Übungsaufgaben |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SWS | Angebotsrhythmus                                             | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3   | SoSe oder WiSe                                               | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1   | SoSe oder WiSe                                               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     | 56 h                                                         |                  |

## mat540 - Differentialgeometrie

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          | Differentialgeometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulkürzel               | mat540                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kreditpunkte              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Workload                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"><li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zuständige Personen       | <ul style="list-style-type: none"><li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li><li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li><li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kompetenzziele            | <ul style="list-style-type: none"><li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li><li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>Kenntnis der geometrischen Grundbegriffe zu Kurven und Flächen wie erste und zweite Fundamentalform, Krümmungsbegriffe, kovariante Ableitung, Parallelverschiebung, Geodätische</li><li>Kenntnis der Grundbegriffe der Analysis auf Mannigfaltigkeiten wie Tangentialraum, Vektorfelder, Lie-Klammer, Tensoren</li><li>Kenntnis der Grundbegriffe der Riemannschen Geometrie, wie Levi-Civita Zusammenhang, Riemannscher Krümmungstensor</li><li>Kennenlernen und Verstehen des Zusammenspiels von Differentialrechnung und Linearer Algebra in der Untersuchung gekrümmter Kurven und Flächen sowie Riemannscher Mannigfaltigkeiten</li><li>Verstehen des Unterschieds von innerer und äußerer Geometrie</li><li>Kenntnis fundamentaler Sätze wie Theorema Egregium, Satz von Gauß-Bonnet</li><li>Fähigkeit zum Rechnen sowohl in lokalen Koordinaten als auch mit invarianten Größen</li><li>Erkennen inhaltlicher Zusammenhänge zu Themen der Analysis I-III und der Linearen Algebra</li><li>Enge Beziehungen zu komplexer Geometrie, globaler Analysis</li></ul> |
| Modulinhalte              | <p>Wie berechnet man, wie stark eine Kurve oder Fläche 'gekrümmt' ist?<br/>Warum muss jede ebene Landkarte eines Gebietes auf der Erde verzerrt sein?<br/>Wie bestimmt man für zwei Punkte auf einer Fläche die kürzeste Verbindungslinie, die innerhalb der Fläche verläuft?<br/>Themen im Einzelnen: Kurven und Flächen im Raum: Krümmung und Torsion von Kurven; 1. und 2. Fundamentalform sowie Gauß- und mittlere Krümmung von Flächen, innere Geometrie von Flächen, Theorema egregium von Gauß, Parallelverschiebung, Geodätische, Satz von Gauß-Bonnet, Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Tensoren, kovariante Ableitung, Riemannscher Krümmungstensor</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literaturempfehlungen     | <p>W. Kühnel, Differentialgeometrie, Springer Spektrum<br/>M. do Carmo, Differentialgeometrie von Kurven und Flächen, Springer Vieweg<br/>M. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser<br/>C. Bär, Elementare Differentialgeometrie, de Gruyter<br/>B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry, Birkhäuser</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Links                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Unterrichtsprachen        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dauer in Semestern        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Angebotsrhythmus Modul    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Aufnahmekapazität Modul   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Hinweise                  | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulart                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Modullevel                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                    |                              |                                                           |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |                              | Vorlesung + Übung                                         |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |                              | Analysis I-III (bzw. Math. Meth. Physik), Lineare Algebra |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten               |                                                           | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit |                                                           | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                    | SWS                                                       | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                              | 4                                                         | --                                                             | 56               |
| Übung                              |                              | 2                                                         | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                              |                                                           |                                                                | 84 h             |

## mat542 - Komplexe Geometrie

|                                  |                                                                                                                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Komplexe Geometrie                                                                                                                  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat542                                                                                                                              |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                              |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                               |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                      |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                     |
| <b>Kompetenzziele</b>            |                                                                                                                                     |

- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken
- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik
- Verständnis für das Zusammenwirken holomorpher und differentialgeometrischer Strukturen
- Enge Bezüge zur Differentialgeometrie und zur algebraischen Topologie, Bezüge zu nicht-linearen partiellen Differentialgleichungen

### Modulinhalte

- Einführung in komplexe Mannigfaltigkeiten, holomorphe Vektorbündel, Chern und Levi-Civita Zusammenhang, erste Chern Klasse, Kähler Mannigfaltigkeiten, Ricci Krümmung, Calabi-Yau Vermutung, Kähler-Einstein Metriken, Kodaira Einbettungstheorem, Kähler hyperbolische Räume
- Ausblick auf die Chern Weil Theorie und charakteristische Klassen, Ricci Fluss auf Kähler Mannigfaltigkeiten

|                                    |                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | R.O. Wells, Differential Analysis on Complex Manifolds, Springer<br>P. Griffiths, J. Harris, Principles of Algebraic Geometry, Wiley |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Differentialgeometrie, Differentialformen, Funktionalanalysis                                                                        |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                         | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                     | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                      | 3                                                              | SoSe oder WiSe          | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                      | 1                                                              | SoSe oder WiSe          | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> | 56 h                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |

## mat543 - Spezielle Themen der Geometrie

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Spezielle Themen der Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat543                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Geometrie</li> </ul> |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Vertiefende Themen der Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | wird je nach Thema bekanntgegeben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Prüfungsform</b>                                                                                                                          |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>SWS</b>                                                                                                                                   | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung<br>oder 2 SWS Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe          | 42                      |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung<br>oder 2 SWS Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe          | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                         | 56 h                    |

## mat545 - Funktionentheorie II

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                  |                  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Funktionentheorie II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                  |                  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat545                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
| <b>Workload</b>                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                  |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                  |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                  |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Bezüge zur komplexen Geometrie und ggf. zur Zahlentheorie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                  |                  |
| <b>Modulinhalte</b>              | Vertiefende Themen der Funktionentheorie, z.B.: Weierstrassscher Produktsatz, elliptische Funktionen, Satz von Mittag-Leffler; holomorphe Funktionen im $\mathbb{C}^n$ , Satz von Hartogs, Riemannscher und Hartogs'scher Fortsetzungssatz, Holomorphiegebiete, d-quer-Problem, plurisubharmonische Funktionen. Pseudokonvexität, Levi-Problem, Cousin-Probleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                  |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | W. Rudin: Reelle und Komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag<br>T. Ransford: Potential theory in the complex plane; London Math. Soc., Student Texts 28, 1995<br>L.L. Helms: Introduction to Potential theory, Wiley, New York, 1969<br>J. Wermer: Potential Theory, Springer Lecture Notes 408, 1974<br>D.H. Armitage, S.J. Gardiner: Classical Potential Theory, Springer Monographs in Math., 2001<br>P. Pflug: Holomorphiegebiete, pseudokonvexe Gebiete und das Levi-Problem, Lecture Notes in Math. 432, 1975<br>M. Range: Holomorphic functions and integral representations in several complex variables, graduate text in Math. 1986<br>R. Narasimhan: Several complex variables, University of Chicago Press, 1971<br>S.G. Krantz: Function theory of several complex variables, Wadsworth & Brooks, 1992<br>T. Ohsawa: Analysis of Several Complex Variables, Translation of Math. Monographs, 211, 2002 |                                                                |                  |                  |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                  |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                  |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                  |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                  |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                  |                  |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                  |                  |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                  |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                  |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Funktionentheorie, Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                  |                  |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfungsform                                                   |                  |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |                  |
| Lehrveranstaltungsform           | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | SWS                                                            | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
| Vorlesung                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                              | --               | 56               |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Übung                              |           | 2   | --               | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>84 h</b>      |

## mat550 - Spektraltheorie von Differentialoperatoren

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Spektraltheorie von Differentialoperatoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat550                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Shestakov, Ivan (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Verständnis für das Zusammenspiel von Analysis (Spektrum des Laplace-Operators) und Geometrie</li> <li>Enge Beziehung zu Globale Analysis I und II</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Spektralsatz für beschränkte Operatoren; Spektraltheorie linearer elliptischer Operatoren, z.B. Laplace-Operator auf Gebieten im $\mathbb{R}^n$ ; diskretes und stetiges Spektrum; Eigenwertasymptotik; Eigenwertungleichungen; Abhängigkeit des Spektrums vom Gebiet; inverses Spektralproblem; Bedeutung des Spektrums in Physik und Anwendungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Chavel, I.: Eigenvalues in Riemannian Geometry, Academic Press 1984<br>Reed, M. und Simon, B.: Methods of modern mathematical physics, Academic Press 1979                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Analysis I-III (bzw. Math. Meth. Physik), Lineare Algebra, Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                              | --                      | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1                                                              | --                      | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         | 56 h                    |

## mat555 - Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat555                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Workload</b>                    | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                                                |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Befähigung zur Klassifikation und Verständnis der grundlegenden Eigenschaften einfacher partieller Differentialgleichungen (linear, konstante Koeffizienten)</li> <li>Anwendung der Fourierentwicklung und -transformation, elementare Hilbertraummethode</li> </ul> |            |                                                                |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Methode der Charakteristiken, Laplace-, Wärmeleitungs- und Wellengleichung als Prototypen für elliptische, parabolische und hyperbolische partielle Differentialgleichungen, Randwertprobleme, Separation der Variablen, Fouriertransformation, elementare Hilbertraummethode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998<br>G. B. Folland, Introduction to Partial Differential Equations, Princeton Univ. Press, 1995<br>S. Salsa, Partial differential equations in action, Springer 2008<br>B. Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013<br>M.E. Taylor, Partial differential equations I, Springer 1996.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Unterrichtssprachen</b>         | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                                                                |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Analysis I-III, Funktionentheorie, Lineare Algebra, Funktionalanalysis (kann parallel belegt werden)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>SWS</b> | <b>Angebotsrhythmus</b>                                        | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4          | --                                                             | 56                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2          | --                                                             | 28                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                | 84 h                    |

## mat560 - Theorie der partiellen Differentialgleichungen

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Theorie der partiellen Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat560                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Verständnis von Methoden zur Behandlung allgemeiner linearer partieller Differentialgleichungen, inklusive Singularitäten; vertiefte Kenntnis funktionalanalytischer Methoden, z.B. Distributionen und Sobolev-Räume</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Distributionen, Sobolev-Räume, elliptische Randwertprobleme, Pseudodifferentialoperatoren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998<br>S. Salsa, Partial differential equations in action, Springer 2008<br>B. Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4   | --                                                             | 56               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2   | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                | 84 h             |

## mat565 - Nichtlineare partielle Differentialgleichungen

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Nichtlineare partielle Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat565                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Grundlegendes Verständnis zu Phänomenen und Theorie nichtlinearer partieller Differentialgleichungen, insbesondere Evolutionsgleichungen, inklusive Grundbegriffen der Dynamik wie Stabilität und Langzeitverhalten</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Grundlegende Existenztheorie für nichtlineare partielle DGL. Spezielle Lösungen und Grundbegriffe der Dynamik wie Stabilität, Instabilität und Langzeitasymptotik an Hand ausgewählter Prototypen. Beispiele sind etwa KPP und Burgersgleichung als Prototypen für nichtlineare parabolische Probleme bzw. Klein-Gordon, KdV und NLS-Gleichungen für den hyperbolischen Fall.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998<br>M. Renardy and R.C.Rogers, An Introduction to partial differential equations, Springer, 1993<br>J. C. Robinson, Infinite-dimensional dynamical systems, Cambridge University Press 2001<br>G. Schneider und H. Uecker, Nonlinear PDE - a dynamical systems perspective, AMS 2017<br>B. Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4   | --                                                             | 56               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2   | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                | 84 h             |



## mat570 - Dynamische Systeme

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Dynamische Systeme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat570                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>• Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>• Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>• Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                                                                |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>• Kenntnis der grundlegenden mathematischen Theorie Dynamischer Systeme und ihrer Anwendungen, insbesondere der Begriffe Stabilität/Instabilität, Attraktor und reguläre und chaotische Dynamik und der damit verbundenen Phänomene.</li> </ul> |            |                                                                |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Diskrete dynamische Systeme, ein- und mehrdimensionale Iterationen, Bifurkation und Chaos. Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Omega-Limes Mengen, Attraktoren, dissipative und Hamilton'sche Systeme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | <p>R.L. Devaney. An Introduction to chaotic dynamical systems, Addison-Wesley Publishing Company, 1989.</p> <p>J.K. Hale/H. Kocak. Dynamics and bifurcations, Springer-Verlag, 1991.</p> <p>K.R. Meyer/ G.R. Hall. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the N-Body problem, Applied Mathematical Sciences, 90. Springer-Verlag, 1992.</p> <p>F. Verhulst. Nonlinear differential equations and dynamical systems. Springer-Verlag, Berlin 1996.</p> <p>S. Wiggins. Global bifurcations and chaos. Analytical methods. Applied Mathematical Sciences, 73. New York etc.: Springer-Verlag 1988.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                                                                |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |                                                                |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |                                                                |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Analysis I-III, Lineare Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>SWS</b> | <b>Angebotsrhythmus</b>                                        | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3          | --                                                             | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1          | --                                                             | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                | 56 h                    |

## mat575 - Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                                                                |                         |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat575                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kenntnis grundlegender partiellen Differentialgleichungsmodelle aus der Naturwissenschaft, Fähigkeit zur Modellanalyse (Existenz- und Stabilitätsfragen, Bifurkation, Langzeitverhalten für Evolutionsgleichungen), Fähigkeit zu eigener Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen</li> </ul> |            |                                                                |                         |
| <b>Modulinhalte</b>              | Wir betrachten ausgewählte partielle Differentialgleichungen bzw insbesondere Differentialgleichungssysteme. Neben klassischer Theorie wie Existenz- und Eindeutigkeit von Lösungen werden auch die zu Grunde liegenden Modellierungen sowie die Anwendungen im jeweiligen Umfeld behandelt. Beispiele sind etwa Reaktions-Diffusionssysteme, Navier-Stokes-Gleichungen, oder Maxwellgleichungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Fowler, A. C., Mathematical models in the applied sciences, Cambridge University Press, 1997<br>Temam, R. and Miranville, A. M., Mathematical modelling in continuum mechanics, Cambridge University Press, 2005<br>Jones, D. S. and Plank, M. J. and Sleeman, B. D., Differential equations and mathematical biology. Chapman & Hall, 2010<br>Murray, J. D., Mathematical biology, Springer, 1989<br>Schneider, G. and Uecker, H., Nonlinear PDE - a dynamical systems perspective, AMS 2017<br>Schweizer, B., Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Funktionalanalysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                |                         |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>SWS</b> | <b>Angebotsrhythmus</b>                                        | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3          | --                                                             | 42                      |
| Übung                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1          | --                                                             | 14                      |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

---

## mat579 - Spezielle Themen der Analysis

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Spezielle Themen der Analysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat579                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>• Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>• Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>• Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Analysis</li> </ul> |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Vertiefende Themen der Analysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Literaturempfehlungen wird je nach Thema bekanntgegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Prüfungsform</b>                                                                                                                          |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>SWS</b>                                                                                                                                   | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung<br>oder 2 SWS Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe          | 42                      |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung<br>oder 2 SWS Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe          | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                         | 56 h                    |

---

## mat595 - Numerik partieller Differentialgleichungen

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          | Numerik partieller Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Modulkürzel               | mat595                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kreditpunkte              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Workload                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zuständige Personen       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Chernov, Alexey (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kompetenzziele            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Erwerb vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li><li>• Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Erwerb von grundlegenden numerischen Methoden zum Lösen partieller Differentialgleichungen</li><li>• Verständnis von grundlegenden numerischen Verfahren und ihren Konvergenzeigenschaften</li><li>• Fähigkeit zur Entwicklung und Implementation von Algorithmen zum Lösen partieller Differentialgleichungen</li><li>• Erweiterung des im Bachelorstudium erworbenen Wissens durch Vertiefung in einem weiterführenden mathematischen Gebiet</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens aus den Bereichen der theoretischen Analysis, angewandten Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens</li><li>• Querverbindungen zu den Modulen: Einführung in die Numerik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen, Theorie der partiellen Differentialgleichungen</li><li>• Inhaltliche Querverbindungen: Numerische Approximation von Funktionen, Interpolation und Projektion, Stabilität und Konvergenz von Algorithmen, Partielle Differentialgleichungen, Distributionen, Zeitschrittverfahren</li></ul> |
| Modulinhalte              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Mathematische Modelle mit partiellen Differentialgleichungen 2. Ordnung</li><li>• Finite-Differenzen-Methode für die Poisson Gleichung: Konstruktion, Fehleranalysis und Implementierung</li><li>• Analysis abstrakter variationeller Formulierungen, allgemeine Fehleranalysis</li><li>• Finite-Elemente-Methode für die Poisson Gleichung: Konstruktion, Datenstrukturen und Implementierung, Fehleranalysis</li><li>• Adaptive Finite-Elemente-Methode</li><li>• Numerische Verfahren für die Wärmeleitungsgleichung: Linienmethode, Zeitschrittverfahren</li><li>• Numerische Verfahren für hyperbolische Probleme</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Literaturempfehlungen     | <p>S.C. Brenner, L.R. Scott: The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Springer Verlag, 2008</p> <p>D. Braess: Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer Verlag, 2013</p> <p>W. Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2017</p> <p>P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen. Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer Verlag, 2000</p> <p>G. Dziuk: Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen, de Gruyter Verlag, 2010</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

---

**Links**

|                                    |           |                                  |                                                                |                  |
|------------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Unterrichtsprachen</b>          |           | Deutsch, Englisch                |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          |           | 1 Semester                       |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      |           | regelmäßig                       |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     |           | unbegrenzt                       |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    |           | Studienschwerpunkt: A, C         |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    |           | Wahlpflicht / Elective           |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |           | MM (Mastermodul / Master module) |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |           | Vorlesung + Übung                |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |           | Einführung in die Numerik        |                                                                |                  |
| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten                   | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                              | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 4                                | --                                                             | 56               |
| Übung                              |           | 2                                | --                                                             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                                  |                                                                | 84 h             |

---

## mat597 - Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat597                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Chernov, Alexey (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li><li>• Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Kennenlernen eines modernen Forschungsgebiets der Numerik und angewandten Mathematik mit Komponenten der Stochastik</li><li>• Verständnis von weiterführenden numerischen Verfahren und ihren Konvergenzeigenschaften</li><li>• Fähigkeit zur Entwicklung und Implementation von Algorithmen zum Lösen partieller Differentialgleichungen mit stochastischen Parametern</li><li>• Erweiterung des im Masterstudium erworbenen Wissens durch Vertiefung in einem weiterführenden mathematischen Gebiet</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens aus den Bereichen der angewandten Mathematik, des wissenschaftlichen Rechnens und der Stochastik</li><li>• Inhaltliche Querverbindungen zu den Modulen: Numerik partieller Differentialgleichungen, Monte Carlo Methoden</li></ul> |
| <b>Modulinhalte</b>              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zufallsfelder</li><li>• Monte Carlo Methoden für partielle Differentialgleichungen</li><li>• Stochastische Kollokations- und Galerkin-Methoden</li><li>• Numerik für hochdimensionale Probleme</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | R.G. Ghanem, P.D. Spanos: Stochastic finite elements: a spectral approach. Springer-Verlag, 1991<br>O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral methods for uncertainty quantification. Springer, 2010<br>M.B. Giles: Multilevel Monte Carlo methods, Acta Numerica 24 (2015), 259–328<br>C. Schwab, C.J. Gittelsohn: Sparse tensor discretizations of high-dimensional parametric and stochastic PDEs, Acta Numerica 20 (2011), 291–467                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Einführung in die Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Prüfung                            |                                                  | Prüfungszeiten               | Prüfungsform                                                                                                                                 |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Gesamtmodul</b>                 |                                                  | nach Ende der Vorlesungszeit | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                        | SWS                          | Angebotsrhythmus                                                                                                                             | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 3                            | --                                                                                                                                           | 42               |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 1                            | --                                                                                                                                           | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                  |                              |                                                                                                                                              | 56 h             |

## mat599 - Spezielle Themen der Numerik

|                                  |                                                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Spezielle Themen der Numerik                                                                   |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat599                                                                                         |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                         |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                          |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul> |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chernov, Alexey (Modulverantwortung)</li> </ul>         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                |
| <b>Kompetenzziele</b>            |                                                                                                |

- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter
- Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen
- Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software
- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik
- Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Numerik

|                                    |                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulinhalte</b>                | Vertiefende Themen der Numerik                   |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | wird je nach Thema bekanntgegeben.               |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                  |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Unterrichtssprachen</b>         | Deutsch, Englisch                                |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                       |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                     |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                       |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: A, C                         |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                           |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                 |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung oder Seminar                   |                                                                                                                                              |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                            | <b>Prüfungsform</b>                                                                                                                          |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                     | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                 | <b>SWS</b>                                                                                                                                   | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 3                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe          | 42                      |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 1                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe          | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                  |                                                                                                                                              |                         | 56 h                    |

## mat605 - Hauptseminar zur Analysis

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar zur Analysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat605                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>• Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>• Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>• Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  | Funktionalanalysis sowie je nach Themengebiet Mastermodule aus dem Bereich Analysis und Geometrie (wird jeweils bekanntgegeben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>• Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>• Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li> <li>• Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten</li> <li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>• Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> <li>• Befähigung zur selbstständigen Ausarbeitung und angemessenen Präsentation fortgeschrittener Themen der Analysis</li> </ul> |              |
| <b>Modulinhalte</b>              | ausgewählte fortgeschrittene Themen der Analysis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | je nach gewähltem Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Prüfungsform |
| <b>Gesamtmodul</b>               | R (Referat: Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |

## mat610 - Hauptseminar zur Mathematischen Modellierung

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar zur Mathematischen Modellierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat610                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  | mat320 (Mathem. Modellierung) oder eine Vorlesung aus mat555 (Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen), mat560 (Theorie der partiellen Differentialgleichungen), mat565 (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen), mat570 (Dynamische Systeme), mat575 (Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li> <li>Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> <li>Befähigung zur selbstständigen Ausarbeitung und angemessenen Präsentation fortgeschrittener Themen der Mathematischen Modellierung</li> </ul> |              |
| <b>Modulinhalte</b>              | ausgewählte fortgeschrittene Themen der mathematischen Modellierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | je nach gewähltem Themenkreis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Prüfungsform |
| <b>Gesamtmodul</b>               | R (Referat: Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |

## mat615 - Hauptseminar zur Numerik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar zur Numerik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat615                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chernov, Alexey (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  | je nach Themengebiet Mastermodule bzw. weiterführende Bachelormodule aus dem Bereich Numerik (wird jeweils bekanntgegeben), z.B. mat340 Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen und/oder mat595 Numerik partieller Differentialgleichungen und/oder mat350 Lineare und nichtlineare Optimierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen</li> <li>Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li> <li>Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei der Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> <li>Befähigung zur selbstständigen Ausarbeitung und angemessenen Präsentation fortgeschrittener Themen der Numerik</li> </ul> |                                                     |
| <b>Modulinhalte</b>              | Ausgehend von einer Vertiefungsvorlesung im Bereich Numerik behandelt das Seminar weiterführende Themen der numerischen Mathematik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | je nach gewähltem Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: A, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfungsform                                        |
| <b>Gesamtmodul</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | R (Referat: Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung) |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |

## mat705 - Algebraische Zahlentheorie

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |                         |                         |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Algebraische Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat705                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                   |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                   |                         |                         |
| <b>Workload</b>                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                   |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Verständnis von grundlegenden Konzepten der algebraischen Zahlentheorie</li> <li>Kenntnis der wichtigsten Strukturaussagen über Ringe von ganzen Zahlen algebraischer Zahlkörper, insbesondere die Kenntnis der Dedekindschen Idealtheorie und des Dirichletschen Einheitensatzes</li> <li>Fähigkeit zum Formulieren und Bearbeiten zahlentheoretischer Probleme in Ringen ganzer Zahlen algebraischer Zahlkörper</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der algebraischen Zahlentheorie und ihrer Anwendungen</li> <li>Exemplarisches Kennenlernen von weiterführenden Themen in der algebraischen Zahlentheorie wie zum Beispiel Henselsche Körper und Dedekindsche Zetafunktionen</li> </ul> |                                                                   |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>              | Ganzalgebraische Ringerweiterungen, Dedekindringe, explizite Faktorisierung, Erweiterungen von Dedekindringen, Hilbertsche Verzweigungstheorie, Minkowski-Theorie, Klassenzahl, Dirichletscher Einheitensatz, quadratische Zahlkörper, zyklotomische Körper, lokale Körper. Optional: Henselsche Körper, Dedekindsche Zetafunktionen, Dirichletsche L-Reihen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | H. Koch: Zahlentheorie, algebraische Zahlen und Funktionen, Vieweg 1997.<br>S. Lang: Algebraic number theory, Springer 1994.<br>D. Marcus: Number fields, Springer, 1996.<br>J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer 2007.<br>L. Washington : Introduction to cyclotomic fields, Springer 1997.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   |                         |                         |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                   |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 2 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                  | 3 KP dieses Moduls werden als Reading Course erbracht. Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                   |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                   |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                   |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung + Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Prüfungsform</b>                                               |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ), R |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>SWS</b>                                                        | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                 | --                      | 42                      |
| Übung                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1                                                                 | --                      | 14                      |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Seminar                            |           | 2   | --               | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>84 h</b>      |

## mat710 - Algorithmische Zahlentheorie

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Algorithmische Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat710                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li><li>• Heß, Florian (Modulverantwortung)</li><li>• Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li><li>• Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li><li>• Beherrschen von vertiefenden und weiterführenden Begriffen in der modernen algorithmischen Zahlentheorie sowie der Computeralgebra</li><li>• Kenntnis zentraler Problemstellungen in der modernen arithmetischen Geometrie wie zum Beispiel der Invariantenberechnung für Zahlkörper und für elliptische Kurven</li><li>• Kenntnis fortgeschrittener algorithmischer Verfahren und ihrer Implementierung, sowohl in Computeralgebrasystemen wie zum Beispiel MAGMA und SAGE, als auch in Software-Paketen wie zum Beispiel NTL und FLINT</li><li>• Kennenlernen von weiterführenden mathematischen Themen in der aktuellen Forschung der algorithmischen Zahlentheorie und ihrer Anwendungen</li></ul> |
| <b>Modulinhalte</b>              | Algorithmische Methoden aus der algebraischen Zahlentheorie und aus der arithmetischen Geometrie, beispielsweise Invariantenberechnung für Zahlkörper und für elliptische Kurven.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | H. Cohen: A Course in Computational Algebraic Number Theory, Springer 2000.<br>H. Cohen: Advanced Topics in Computational Number Theory, Springer 2000.<br>Cohen, Frey, Avanzi, Doche, Lange, Nguyen, Vercauteren: Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography, Chapman & Hall 2005.<br>J. Cremona: Algorithms for Modular Elliptic Curves, Cambridge University Press 1997.<br>M. Pohst und H. Zassenhaus: Algorithmic Algebraic Number Theory, Cambridge University Press, 1997.<br>S. Schmitt und H.G. Zimmer: Elliptic Curves: A Computational Approach, de Gruyter, 2003.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| Lehr-/Lernform                     |           | Vorlesung + Übung            |                                                                |                  |
|------------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten               | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                          | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 3                            | --                                                             | 42               |
| Übung                              |           | 1                            | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                              |                                                                | 56 h             |

## mat715 - Algebraische Kurven und Funktionen

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Algebraische Kurven und Funktionen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat715                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kenntnis der wichtigsten Strukturaussagen über algebraische Funktionenkörper, insbesondere Kenntnis der Riemann-Roch-Theorie, der Verzweigungstheorie und der Theorie der Erweiterungen algebraischer Funktionenkörper</li> <li>Fähigkeit der Vernetzung der Theorie algebraischer Funktionenkörper mit der algebraischen Zahlentheorie</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung algebraischer Funktionenkörper und ihrer Anwendungen</li> <li>Verständnis von grundlegenden Konzepten algebraischer Kurven, insbesondere Kenntnis von Modellen von Kurven</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Algebraische Funktionenkörper, Satz von Riemann-Roch, Differentiale. Erweiterungen algebraischer Funktionenkörper und Verzweigungstheorie. Zetafunktion und L-Polynom, Satz von Hasse-Weil. Algebraische Kurven, Konstruktion nichtsingulärer Modelle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | D. Goldschmidt: Algebraic functions and projective curves, Springer 2003.<br>G. Villa Salvador: Topics in the Theory of Algebraic Function Fields, Birkhäuser 2006.<br>H. Stichtenoth: Algebraic Function Fields and Codes, Springer 2009.<br>P. Cohn: Algebraic Numbers and Algebraic Integers, Chapman & Hall 1991                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                                              | --                      | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1                                                              | --                      | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         | 56 h                    |

## mat720 - Elliptische Kurven

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Elliptische Kurven                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat720                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |
| <b>Workload</b>                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                   |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>Beherrschen von grundlegenden Konzepten in der Arithmetik elliptischer Kurven, insbesondere Beherrschen der Grundbegriffe elliptischer Kurven über endlichen Körpern, den komplexen Zahlen, lokalen Körpern und globalen Körpern</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung elliptischer Kurven und ihrer Anwendungen</li> <li>Verständnis und Beherrschung algorithmischer Verfahren zur Invariantenberechnung elliptischer Kurven und ihrer Implementierung</li> <li>Exemplarisches Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der Theorie elliptischer Kurven, wie zum Beispiel klassische Vermutungen der Arithmetik</li> </ul> |                                                                   |
| <b>Modulinhalte</b>              | Weierstraß-Gleichungen, Isogenien und Endomorphismenring, Weil-Paarung, elliptische Kurven über endlichen Körpern, lokale Körper, elliptische Kurven über lokalen Körpern, elliptische Kurven über globalen Körpern, Abstiegsmethoden, Satz von Mordell-Weil, analytische Theorie elliptischer Kurven, elliptische Funktionen, Anwendungen in der Kryptographie. Optional: Klassische Vermutungen der Arithmetik (Fermat, Mordell, Birch und Swinnerton-Dyer, Hasse, Serre, Weil-Taniyama).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                   |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Husemöller: Elliptic Curves, Springer-Verlag 2000.<br>Knapp: Elliptic Curves, Princeton University Press 1992.<br>Koch: Zahlentheorie, algebraische Zahlen und Funktionen, Vieweg 1997.<br>Milne: Elliptic curves, 2006.<br>Silverman: Advanced topics in the arithmetic of elliptic curves, Springer 1999.<br>Silverman: The Arithmetic of Elliptic Curves, Springer 2009.<br>Washington: Elliptic Curves: Number Theory and Cryptography, CRC 2008.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 2 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |
| <b>Hinweise</b>                  | 3 KP dieses Moduls werden als Reading Course erbracht.<br>Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung + Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                   |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Prüfungsform</b>                                               |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ), R |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Vorlesung                          |           | 3   | --               | 42               |
| Übung                              |           | 1   | --               | 14               |
| Seminar                            |           | 2   | --               | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>84 h</b>      |

## mat725 - Arithmetische Dualität

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           | Arithmetische Dualität                                                                                                                                                          |                  |                                                                |
| Modulkürzel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           | mat725                                                                                                                                                                          |                  |                                                                |
| Kreditpunkte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           | 6.0 KP                                                                                                                                                                          |                  |                                                                |
| Workload                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           | 180 h                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Verwendbarkeit des Moduls                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | <ul style="list-style-type: none"><li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                    |                  |                                                                |
| Zuständige Personen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           | <ul style="list-style-type: none"><li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li><li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li><li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li></ul> |                  |                                                                |
| Teilnahmevoraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Kompetenzziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>Verständnis von grundlegenden Konzepten der arithmetischen Dualitätstheorie, insbesondere Kenntnis der Grundbegriffe der Klassenkörpertheorie globaler Körper sowie der Theorie von Dualitätspaarungen</li><li>Exemplarisches Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der arithmetischen Dualitätstheorie wie zum Beispiel Galoiskohomologie</li><li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der arithmetischen Dualitätstheorie und ihrer Anwendungen</li></ul> |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Modulinhalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Elemente der Klassenkörpertheorie globaler Körper, Dualitätspaarungen, Reziprozitätsgesetz, weitere Themen wie Galoiskohomologie oder Anwendungen in der Kryptographie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Literaturempfehlungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| E. Artin and J. Tate: Class Field Theory, AMS 2009.<br>J.-P. Serre: Algebraic Groups and Class Fields, Springer 1988.<br>J. Milne: Arithmetic Duality Theorems, Academic Press 1986.<br>Cohen, Frey, Avanzi, Doche, Lange, Nguyen, Vercauteren: Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography, Chapman & Hall 2005.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Links                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Unterrichtssprachen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                               |                  |                                                                |
| Dauer in Semestern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           | 1 Semester                                                                                                                                                                      |                  |                                                                |
| Angebotsrhythmus Modul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           | unregelmäßig                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
| Aufnahmekapazität Modul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           | unbegrenzt                                                                                                                                                                      |                  |                                                                |
| Hinweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Modulart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                          |                  |                                                                |
| Modullevel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                |                  |                                                                |
| Lehr-/Lernform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                               |                  |                                                                |
| Vorkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           | Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Kurven und Funktionen, Elliptische Kurven.                                                                                             |                  |                                                                |
| Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                |
| Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                  |                  | Prüfungsform                                                   |
| Gesamtmodul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                    |                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |
| Lehrveranstaltungsform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Kommentar | SWS                                                                                                                                                                             | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz                                               |
| Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 3                                                                                                                                                                               | --               | 42                                                             |
| Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           | 1                                                                                                                                                                               | --               | 14                                                             |
| Präsenzzeit Modul insgesamt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                                                                                                                                                                                 |                  | 56 h                                                           |

## mat730 - Codierungstheorie

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                |                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Codierungstheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat730                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Verständnis von grundlegenden Konzepten der Codierungstheorie, insbesondere Beherrschen von analytischen und algebraischen Methoden in der Signalverarbeitung und in der Codierungstheorie</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der Codierungstheorie und ihrer Anwendungen in der Informationssicherheit</li> </ul> |            |                                                                |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Hamming-Raum, lineare Codes, Gewichtszähler, Dualität, Parameterschranken, Familien optimaler Codes, zyklische Codes, BCH- und RS-Codes, algebraisch-geometrische Codes, Decodierungsmethoden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | A. Betten et al.: Error-correcting codes, Springer 2006.<br>W. Lütkebohmert: Codierungstheorie, Vieweg 2003.<br>H. Niederreiter, C. Xing: Algebraic geometry in coding theory and cryptography, Princeton University Press 2009.<br>J.H. van Lint: Introduction to coding theory, Springer 1999.<br>W. Willems: Codierungstheorie, de Gruyter 1999.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Algebraische Kurven und Funktionen.<br><br>Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>SWS</b> | <b>Angebotsrhythmus</b>                                        | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3          | --                                                             | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1          | --                                                             | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                | 56 h                    |

## mat735 - Komplexe Multiplikation

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Komplexe Multiplikation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat735                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Beherrschen von zentralen Aussagen der Theorie der komplexen Multiplikation</li> <li>Kennenlernen der wichtigsten algorithmischen Methoden in Anwendungen der komplexen Multiplikation, beispielsweise in der Kryptographie</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der komplexen Multiplikation</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Theorie der komplexen Multiplikation, Berechnungsaspekte und Anwendungen, zum Beispiel Primzahlachweise und -darstellungen, explizite Klassenkörpertheorie, Klassenzahlproblem und Kryptographie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | S. Lang: Introduction to Algebraic and Abelian Functions, Springer 1982.<br>S. Lang: Elliptic Functions, Springer 1987.<br>S. Lang: Complex Multiplication, Springer 1983.<br>G. Shimura: Abelian Varieties with Complex Multiplication and Modular Functions, Princeton University Press 1998.<br>R. Scherz: Complex Multiplication, Cambridge University Press 2010.<br>D. Cox: Primes of the Form $x^2 + ny^2$ , Wiley 1997.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Kurven und Funktionen, Elliptische Kurven, Modulfunktionen.<br><br>Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                                              | --                      | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1                                                              | --                      | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         | 56 h                    |

## mat740 - Mathematische Kryptologie

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Mathematische Kryptologie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat740                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li><li>• Heß, Florian (Modulverantwortung)</li><li>• Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  | Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li><li>• Beherrschen von grundlegenden und weiterführenden Konzepten der mathematischen Kryptologie wie zum Beispiel mathematische Modelle kryptographischer Systeme, Public-Key Kryptographie, digitale Signaturen, Schlüsselaustausch</li><li>• Kennenlernen wichtiger Methoden zur Analyse von Kryptosystemen wie zum Beispiel Kennenlernen grundlegender und fortgeschrittener Methoden zum Lösen des diskreten Logarithmusproblems und zur ganzzahligen Faktorisierung</li><li>• Kenntnis fortgeschrittener algorithmischer Verfahren in der Kryptologie und ihrer Implementierung, sowohl in Computeralgebrasystemen wie zum Beispiel MAGMA und SAGE, als auch in Software-Paketen wie zum Beispiel NTL und FLINT</li><li>• Fähigkeit zur komplexitätstheoretischen Untersuchung fortgeschrittener algorithmischer Verfahren in der Kryptologie</li><li>• Kennenlernen von weiterführenden Themen in der Analyse kryptographischer Systeme wie zum Beispiel Kennenlernen von Konzepten der Post-Quantum Kryptographie</li><li>• Erkennen der Bedeutung der Public-Key Kryptologie in der Gesellschaft</li></ul> |
| <b>Modulinhalte</b>              | Mathematische Modelle kryptographischer Systeme, Public-Key Kryptographie, digitale Signaturen, Schlüsselaustausch, diskretes Logarithmusproblem, untere Schranken für generische Algorithmen, Index Calculus, moderne ganzzahlige Faktorisierungsmethoden, elliptische Kurven Faktorisierungsmethode, Zahl- und Funktionenkörpersieb, Algorithmen für Quantum Computer. Post-Quantum Kryptographie: Gitterbasierte Kryptosysteme und Attacken. Komplexitätstheoretische Untersuchungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Cohen, Frey, Avanzi, Doche, Lange, Nguyen, Vercauteren: Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography, Chapman & Hall 2005.<br>Crandall, Pomerance: Prime Numbers, A Computational Perspective, Springer 2005.<br>D.E. Knuth: The Art of Computer Programming, Volume 2: Seminumerical Algorithms, Addison Wesley, 1998.<br>N. Koblitz: A Course in Number Theory and Cryptography, Springer 1994.<br>D. Stinson: Cryptography: Theory and Practice, Chapman & Hall 2006.<br>Trappe, Washington: Introduction to Cryptography with Coding Theory, Prent. Hall 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                    |                              |                                                     |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulart</b>                    |                              | Wahlpflicht / Elective                              |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |                              | MM (Mastermodul / Master module)                    |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |                              | Vorlesung + Übung                                   |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |                              | Einführung in die Zahlentheorie und Computeralgebra |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten               |                                                     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit |                                                     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                    | SWS                                                 | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                              | 3                                                   | --                                                             | 42               |
| Übung                              |                              | 1                                                   | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                              |                                                     |                                                                | 56 h             |

## mat745 - Modulformen

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Modulformen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat745                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    | Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kenntnis der wichtigsten Strukturaussagen über Modulformen, insbesondere Kenntnis der Algebra von Modulformen und der Theorie von Modulformen-Räumen</li> <li>Kennenlernen von weiterführender Themen und Anwendungen von Modulformen wie zum Beispiel Kennenlernen der Hecke-Theorie</li> <li>Fähigkeit zur Anwendung der Theorie der Modulformen, beispielsweise auf Thetareihen ganzzahliger Gitter</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | <p>Stufe 1: Elliptische Modulgruppe, Eisensteinreihen, Algebra der Modulformen, die <math>j</math>-Funktion, elliptische Funktionen, Anwendung auf elliptische Kurven. Höhere Stufen: Kongruenzuntergruppen, Körper von Modulformen, Dimension von Modulformen-Räumen, Anwendung auf Thetareihen ganzzahliger Gitter, Hecke-Theorie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | <p>F. Diamond, J. Shurman: A first course in modular forms, Springer 2005.<br/> N. Koblitz: Introduction to elliptic curves and modular forms, Springer 1984.<br/> T. Miyake: Modular forms, Springer 2006.<br/> J.-P. Serre: A course in arithmetic, Springer 1978.<br/> G. Shimura: Introduction to the arithmetic theory of modular forms, Princeton University Press 1994.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | ggf. Algebraische Kurven und Funktionen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3   | --                                                             | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1   | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                | 56 h             |

## mat750 - Kommutative Algebra

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Kommutative Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat750                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> <li>Wrobel, Milena (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Kenntnis von Grundbegriffen und Strukturaussagen der kommutativen Algebra</li> <li>Beherrschen grundlegender Eigenschaften kommutativer Ringe</li> <li>Fähigkeit zur Anwendung algebraischer oder homologischer Methoden zur Analyse von kommutativen Ringen</li> <li>Verständnis von Konstruktionsmethoden von kommutativen Ringen und ihren Anwendungen</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Hilbertscher Basissatz, Quotientenringe und -moduln, assoziierte Primideale und Primärzerlegung, Hilbertscher Nullstellensatz, Elemente der homologischen Algebra, Ringe und Moduln endlicher Länge, Dimension und Hilbert-Samuel-Polynom, Gröbnerbasen und Anwendungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | M. Atiyah, I. McDonald: Introduction to Commutative Algebra, ABP 1994.<br>D. Eisenbud: Commutative Algebra, Springer 1995.<br>T. Becker and V. Weispfenning: Groebner Bases and Commutative Algebra, Springer 1993.<br>E. Kunz: Einführung in die kommutative Algebra und algebraische Geometrie, Vieweg, 1997.<br>H. Matsumura: Commutative Ring Theory, Benjamin 1980.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3   | --                                                             | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1   | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                | 56 h             |

## mat755 - Themen der algebraischen Geometrie

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Themen der algebraischen Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat755                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> <li>Wrobel, Milena (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Beherrschen von Themen der algebraischen Geometrie, wie zum Beispiel Grundlagen der Theorie der Varietäten und Schemata, Garbenkohomologie, algebraische Flächen und Schnitttheorie</li> <li>Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der algebraischen Geometrie und ihrer Anwendungen</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Themen der algebraischen Geometrie wie Grundlagen der Theorie der Varietäten und Schemata, affine und projektive Kurven, Garbenkohomologie, algebraische Flächen oder arithmetische Kurven, Riemann-Roch, Schnitttheorie, Desingularisierung Rationale Punkte auf algebraischen Varietäten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | J. Milne: Algebraic Geometry. R. Hartshorne: Algebraic Geometry, Springer 1983.<br>Q. Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves, Oxford University Press 2006.<br>W. Fulton: Algebraic Curves, Addison Wesley 1989.<br>S. Bosch: Algebraic Geometry and Comutative Algebra, Springer 2013.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3   | --                                                             | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1   | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                | 56 h             |

## mat760 - Spezielle Themen der Zahlentheorie

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Spezielle Themen der Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                   |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat760                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                   |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                   |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                   |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte der algebraischen Zahlentheorie wie zum Beispiel Theorie der lokalen Körper, Zetafunktionen und L-Reihen und Kohomologie endlicher Gruppen</li> <li>Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der algebraischen Zahlentheorie und ihrer Anwendungen</li> </ul> |                                                                                                   |
| <b>Modulinhalte</b>              | Vertiefung der Theorie der lokalen Körper, Kreisteilungskörper, Zetafunktionen und L-Reihen. Kohomologie endlicher Gruppen. Lokale und globale Klassenkörpertheorie, Idele und Adele, Idelklassen. Aktuelle Forschungsthemen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | <p>E. Artin, J. Tate: Class field theory, American Math. Society 2009.<br/> J. W. Cassels, A. Fröhlich: Algebraic number theory, London Math. Society 2010.<br/> S. Lang: Algebraic number theory, Springer 1994.<br/> J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer 2007.<br/> J. Neukirch, A. Schmidt: Klassenkörpertheorie, Springer 2011.<br/> J. Neukirch, A. Schmidt, K. Wingberg: Cohomology of number fields, Springer 2008.<br/> J.-P. Serre: Local Fields, Springer 1980. L. Washington : Introduction to cyclotomic fields, Springer 1997.<br/> N. Koblitz: p-adic numbers, p-adic analysis, and zeta-functions, Springer 1984.<br/> Y. Manin and A. Panchishkin: Introduction to modern number theory - Fundamental problems, ideas and theories, Springer 2005.</p>                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                   |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                   |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                   |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                   |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                   |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Algebraische Zahlentheorie wird vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |
|                                  | Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Prüfungsform</b>                                                                               |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ), |

| Prüfung                            |                                                  | Prüfungszeiten | Prüfungsform                            |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|------------------|
|                                    |                                                  |                | bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                        | SWS            | Angebotsrhythmus                        | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 3              | --                                      | 42               |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 1              | --                                      | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                  |                |                                         | <b>56 h</b>      |

## mat765 - Computeralgebra

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Computeralgebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat765                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li> <li>Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte der Computeralgebra wie zum Beispiel Gröbnerbasen, Gitteralgorithmen sowie fortgeschrittene Algorithmen in Zahlentheorie und algebraischer Geometrie</li> <li>Kenntnis fortgeschrittener algorithmischer Verfahren und ihrer Implementierung, sowohl in Computeralgebrasystemen wie zum Beispiel MAGMA und SAGE, als auch in Software-Paketen wie zum Beispiel NTL und FLINT</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der modernen Computeralgebra und ihrer Anwendungen</li> </ul> |                                                |
| <b>Modulinhalte</b>              | Spezielle Themen der Computeralgebra wie effiziente Arithmetik mit Zahlen, Polynomen und Matrizen, Lösen von multivariaten polynomialen Gleichungssystemen, Gröbnerbasen, Gitteralgorithmen, Algorithmen in Zahlentheorie und algebraischer Geometrie, Anwendungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | J. Gathen and J. Gerhard: Modern computer algebra, Cambridge University Press, 2003.<br>D. Knuth: The Art of Computer Programming, Addison-Wesley 1998.<br>G.-M. Greuel, G. Pfister: A Singular Introduction to Commutative Algebra, Springer 2008.<br>W. Bosman and J. Cannon: Discovering Mathematics with Magma, Springer 2006.<br>Computational Algebra Group: The Magma Handbook.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Algorithmische Zahlentheorie und Computeralgebra, Kommutative Algebra.<br><br>Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Prüfungsform</b>                            |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder |

| Prüfung                            |                                                  | Prüfungszeiten |                  | Prüfungsform                                                                                  |             |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                    |                                                  |                |                  | mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |             |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                        | SWS            | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz                                                                              |             |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 3              | --               | 42                                                                                            |             |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar | 1              | --               | 14                                                                                            |             |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                  |                |                  |                                                                                               | <b>56 h</b> |

## mat770 - Hauptseminar in Algebra und Zahlentheorie

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar in Algebra und Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat770                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>• Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>• Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> <li>• Wrobel, Milena (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>• Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>• Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li> <li>• Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten</li> <li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>• Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> <li>• Selbständige Beschäftigung mit einem ausgewählten Thema aus Algebra und Zahlentheorie und deren Anwendungen, unter anderem aus den Bereichen arithmetische Geometrie, algebraische Geometrie, Informationssicherheit, Computeralgebra</li> <li>• Erwerb von vertiefenden bzw. anwendungsorientierten Fähigkeiten in einem Teilbereich der Algebra und Zahlentheorie</li> </ul> |                                                     |
| <b>Modulinhalte</b>              | ausgewählte aktuelle Themen aus Algebra und Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | je nach gewähltem Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Prüfungsform</b>                                 |
| <b>Gesamtmodul</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | R (Referat: Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung) |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |

## mat775 - Analytische Zahlentheorie

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Analytische Zahlentheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat775                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Beherrschen von Grundbegriffen und weiterführender Begriffe im Bereich der analytischen Zahlentheorie, insbesondere Dirichlet'sche Reihen, Thetareihen sowie verallgemeinerte Zeta- und L-Funktionen</li> <li>Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der analytischen Zahlentheorie</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Dirichlet'sche Reihen, L-Reihen und Anwendungen (Primzahlen in Restklassen, analytische Klassenzahlformel), Thetareihen, Riemann'sche Zetafunktion (Funktionalgleichung, Nullstellen, Primzahlverteilung), andere Zeta- und L-Funktionen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Jörg Brüdern, Einführung in die analytische Zahlentheorie, Springer 1995<br>Henri Cohen, Number Theory Vol.II: Analytic and modern tools, Springer 2007<br>Noam Elkies, Lecture notes for Math 259: Introduction to Analytic Number Theory<br>Jürgen Neukirch, Algebraische Zahlentheorie (Kap.VII: Zetafunktionen und L-Reihen), Springer 2007<br>Jean-Pierre Serre, A course in arithmetic (Part II: Analytic methods), Springer 1973<br>Don Zagier, Zetafunktionen und quadratische Körper, Springer 1981                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3   | --                                                             | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1   | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                | 56 h             |

## mat779 - Spezielle Themen der Algebra

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                              |                  |                  |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Spezielle Themen der Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat779                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> <li>Wrobel, Milena (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte der Algebra</li> <li>Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Algebra und ihrer Anwendungen</li> </ul> |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Vertiefende Themen der Algebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | wird je nach Thema bekanntgegeben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                              |                  |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                  |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Prüfungsform                                                                                                                                 |                  |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | bei Ausgestaltung als 3 VL + 1 Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als 2 SE: Referat (R) |                  |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SWS                                                                                                                                          | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe   | 42               |
| Seminar oder Übung                 | 3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1                                                                                                                                            | SoSe oder WiSe   | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                              |                  | 56 h             |

## mat785 - Darstellungstheorie

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Darstellungstheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat785                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                     |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li><li>• Heß, Florian (Modulverantwortung)</li><li>• Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li><li>• Wrobel, Milena (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Kenntnisse elementarer Konzepte und Methoden aus dem Bereich Darstellungstheorie</li><li>• Anwendung von Strukturaussagen und Verständnis von Konstruktionsmethoden von Darstellungen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung darstellungstheoretischer Methoden zur Analyse von Gruppen</li></ul> |                                     |
| <b>Modulinhalte</b>              | <p>Schwerpunkt: Darstellungstheorie von Gruppen.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gruppen und Gruppenwirkungen, Darstellungen, Irreduzibilität, Schursches Lemma, Halbeinfachheit.</li><li>• Darstellungen endlicher Gruppen: Satz von Maschke, Charaktere, Orthogonalitätsrelationen, Isotypische Zerlegung, Charaktertafeln.</li></ul> <p>Je nach Ausrichtung der Veranstaltung werden Darstellungen von algebraischen Gruppen, Lie-Gruppen, Algebren, Lie-Algebren oder Hopf-Algebren besprochen und etablierte Resultate präsentiert.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | <p>W. Fulton and J. Harris: Representation theory, Graduate Texts in Mathematics, vol. 129, Springer, 1991.<br/>B. Huppert: Character theory of finite groups, vol. 25 der Reihe de Gruyter Expositions in Mathematics, de Gruyter, 1998.<br/>Serge Lang: Algebra, 3rd ed., Graduate Texts in Mathematics, vol. 211, Springer 2002.<br/>Jean-Pierre Serre: Linear representations of finite groups, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 42, Springer, 1977.<br/>Weitere Literaturempfehlungen werden je nach Ausrichtung des Moduls bekannt gegeben.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Prüfungsform</b>                 |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder |

---

| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten | Prüfungsform               |                  |
|------------------------------------|-----------|----------------|----------------------------|------------------|
|                                    |           |                | Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS            | Angebotsrhythmus           | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 3              | SoSe oder WiSe             | 28               |
| Übung                              |           | 1              | SoSe oder WiSe             | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                |                            | <b>56 h</b>      |

## mat805 - Versicherungsmathematik I

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Versicherungsmathematik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat805                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| <b>Workload</b>                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Vermittlung der aktuariellen Methoden der Personen- und Schadenversicherungsmathematik</li> <li>Querverbindungen: mat811, mat840</li> </ul> |                                                                |
| <b>Modulinhalte</b>              | Personenversicherungsmathematik: biometrische Risiken in stetiger Zeit, Deckungsrückstellungen, Thiele Gleichungen, Satz von Cantelli, Tarifierungsprinzipien und Überschüsse; Sachversicherungsmathematik: kollektives und individuelles Modell der Risikotheorie, Prämienkalkulationsprinzipien, Panjer-Rekursion; Rückversicherung, Grundzüge der Spätschadenreservierung, Anwendungen Verallgemeinerter Linearer Modelle in der Risikotheorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Koller, M. (2010): Stochastische Modelle in der Lebensversicherung. Springer-Verlag.<br>Milbrodt, H., & Helbig, M. (1999): Mathematische Methoden der Personenversicherung. Walter de Gruyter.<br>Milbrodt, H., & Röhrs, V. (2016): Aktuarielle Methoden der deutschen Privaten Krankenversicherung (Vol. 34). Verlag Versicherungswirtschaft.<br>Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J., Denuit, M. (2001): Modern Actuarial Risk Theory. Kluwer, Dordrecht.<br>Schmidt, K.D. (2009): Versicherungsmathematik. 3. Aufl., Springer, Dordrecht.<br>Mikosch, T. (2009): Non-Life Insurance Mathematics. 2nd ed., Springer, Berlin.<br>Radtke, M., Schmidt, K.D. (2004): Handbuch zur Schadenreservierung. VVW, Karlsruhe.<br>de Jong, P., Heller, G.Z. (2008): Generalized Linear Models for Insurance Data. Cambridge Univ. Press, Cambridge.                  |                                                                |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Stochastik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Prüfungsform</b>                                            |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Vorlesung                          |           | 4   | --               | 56               |
| Übung                              |           | 2   | --               | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>84 h</b>      |

## mat806 - Versicherungsmathematik II

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                              |                  |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Versicherungsmathematik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                              |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat806                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                              |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                              |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                              |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                              |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                              |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                              |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>• Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>• Vertiefungen von ausgewählten Themen der Versicherungsmathematik</li> <li>• Querverbindungen: Versicherungsmathematik I, Quantitatives Risikomanagement</li> </ul> |     |                                                              |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Fortgeschrittene Modellierungsansätze: z.B. Semi-Markov-Modelle, stochastische Rechnungsgrundlagen; Fortgeschrittene Methoden der Prämienberechnung und Risikobewertung: z.B. Credibility Theorie, zeitdynamische Risikomaße; Methoden der stochastischen Steuerung: z.B. optimale Versicherungsverträge, optimale Kapitalanlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                              |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Møller, T., & Steffensen, M. (2007). Market valuation methods in life and pension insurance. Cambridge University Press.<br>Bühlmann, H., & Gisler, A. (2006). A course in credibility theory and its applications. Springer Science & Business Media.<br>Delong, J. (2013). Backward stochastic differential equations with jumps and their actuarial and financial applications. London: Springer.<br>Schmidli, H. (2007). Stochastic control in insurance. Springer Science & Business Media.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                              |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                              |                  |
| <b>Unterrichtssprachen</b>         | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                              |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                              |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                              |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                              |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                              |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                              |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                              |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                              |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Versicherungsmathematik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                              |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     | Prüfungsform                                                 |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Lösen von Übungsaufgaben |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SWS | Angebotsrhythmus                                             | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3   | SoSe oder WiSe                                               | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1   | SoSe oder WiSe                                               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                              | 56 h             |

## mat810 - Quantitative Risk Management

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Quantitative Risk Management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat810                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Workload</b>                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Stochastische Risiken quantifizieren und mit Abhängigkeiten in den Daten umgehen können, Grundzüge des quantitativen Risikomanagements in Versicherungsunternehmen und Banken kennen und mathematisch einordnen können. - Querverbindungen: mat805, mat806, mat826, mat850</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Modulinhalte</b>              | Risikomaße, Copulas, Grundzüge der Extremwertstatistik, die POT-Methode, Prinzipien der Risiko-Kapitalallokation, Kreditrisikomodelle, Grundlagen von Solvency II und Basel III                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | <p>M. AUER: Operationelles Risikomanagement bei Finanzinstituten. Risiken identifizieren, analysieren und steuern. Wiley-VCH, Weinheim 2008. M. BHATIA: An Introduction to Economic Capital. RISK Books, London 2009. C. BLUHM, L. OVERBECK, C. WAGNER: Introduction to Credit Risk Modeling. 2nd ed., Chapman &amp; Hall /CRC, Boca Raton, 2010. P. CADONI: Internal Models and Solvency II. From Regulation to Implementation. RISK Books, London 2014. A.S. CHERNOBAI, S.T. RACHEV, F.J. FABOZZI: Operational Risk. A Guide to Basel II Capital Requirements, Models, and Analysis. Wiley, N.Y. 2007. U. CHERUBINI, E. LUCIANO, W. VECCHIATO: Copula Methods in Finance. Wiley, Chichester 2004. C. COTTIN, S. DÖHLER: Risikoanalyse. Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen. Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009. R. DOFF: Risk Management for Insurers. Risk Control, Economic Capital and Solvency II. RISK Books, London 2007. P. EMBRECHTS (ED.): Extremes and Integrated Risk Management. RISK Books, London 2000. P. EMBRECHTS, C. KLÜPPELBERG, T. MIKOSCH: Modelling Extremal Events. Springer, Berlin 2001. C. FRANZETTI: Operational Risk Modelling and Management. Chapman &amp; Hall /CRC, Boca Raton, 2011. G. HOFMANN (HRSG.): Basel III und MaRisk. Regulatorische Vorgaben, bankinterne Verfahren, Risikomanagement. Frankfurt School Verlag, Frankfurt 2011. G. KOLLER: Risk Modeling for Determining Value and Decision Making. Chapman &amp; Hall /CRC, Boca Raton, 2000. S. KORYCIORZ: Sicherheitskapitalbestimmung und -allokation in der Schadenversicherung. Eine risikotheorietische Analyse auf der Basis des Value-at-Risk und des Conditional Value-at-Risk. Verlag Versicherungs-wirtschaft, Karlsruhe 2004. S. KOTZ, S. NADARAJAH: Extreme Value Distributions. Theory and Applications. Imperial College Press, London, 2000. M. KRIELE, J. WOLF: Value-Oriented Risk Management of Insurance Companies. Springer, Berlin 2014. J.F. MAI, M. SCHERER: Simulating Copulas. Stochastic Models, Sampling Algorithms, and Applications. Imperial College Press, London 2012. A.J. MCNEIL, R. FREY, P. EMBRECHTS: Quantitative Risk Management. Concepts - Techniques - Tools. Princeton University Press, Princeton 2005. A. MEUCCI: Risk and Asset Allocation. Springer, N.Y. 2005. R.B. NELSEN: An Introduction to Copulas. Springer, N.Y. 2006. J. RANK (ED.): Copulas. From Theory to Application in Finance. RISK Books, London 2007. R.D. REISS, M. THOMAS: Statistical Analysis of Extreme Values. With Applications to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields. Birkhäuser, Basel 2007. C.P. ROBERT, G. CASELLA: Monte Carlo Statistical Methods. 2nd ed., Springer, N.Y. 2004.</p> |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Englisch, Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                    |           |                                  |                                                                   |                  |
|------------------------------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Dauer in Semestern</b>          |           | 1 Semester                       |                                                                   |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      |           | unregelmäßig                     |                                                                   |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     |           | unbegrenzt                       |                                                                   |                  |
| <b>Hinweise</b>                    |           | Studienschwerpunkt: C            |                                                                   |                  |
| <b>Modulart</b>                    |           | Wahlpflicht / Elective           |                                                                   |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |           | MM (Mastermodul / Master module) |                                                                   |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |           | Vorlesung + Übung                |                                                                   |                  |
| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten                   | Prüfungsform                                                      |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit     | Klausur oder mündliche Prüfung oder<br>Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                              | Angebotsrhythmus                                                  | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 4                                | --                                                                | 56               |
| Übung                              |           | 2                                | --                                                                | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                                  |                                                                   | 84 h             |

## mat811 - Quantitative Risikoanalyse

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Quantitative Risikoanalyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat811                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Stochastische Risiken quantifizieren und mit Abhängigkeiten in den Daten umgehen können, Grundzüge des quantitativen Risikomanagements in Versicherungsunternehmen und Banken kennen und mathematisch einordnen können</li> <li>Die Studierenden lernen ein- und mehrdimensionale Risikomodelle kennen und bewerten diese, u.a. vor dem Hintergrund der aktuellen Aufsichtsregimes Solvency und Basel.</li> <li>Querverbindungen: mat805, mat806, mat826, mat850</li> </ul>                                                                                                                                                                               |
| <b>Modulinhalte</b>              | Grundlagen der Risikomessung für Finanztitel und Schadenvariablen, Value-at-Risk, verteilungsbasierte Risikomaße für Einzelrisiken und Abhängigkeitsmodelle für Portfoliorisiken, Copulafamilien, semiparametrische Schätzverfahren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | <p>M. AUER: Operationelles Risikomanagement bei Finanzinstituten. Risiken identifizieren, analysieren und steuern. Wiley/VCH, Weinheim 2008.</p> <p>M. BHATIA: An Introduction to Economic Capital. RISK Books, London 2009.</p> <p>C. BLUHM, L. OVERBECK, C. WAGNER: Introduction to Credit Risk Modeling. 2nd ed., Chapman &amp; Hall /CRC, Boca Raton, 2010.</p> <p>P. CADONI: Internal Models and Solvency II. From Regulation to Implementation. RISK Books, London 2014.</p> <p>A.S. CHERNOBAI, S.T. RACHEV, F.J. FABOZZI: Operational Risk. A Guide to Basel II Capital requirements, Models, and Analysis. Wiley, N.Y. 2007.</p> <p>U. CHERUBINI, E. LUCIANO, W. VECCHIATO: Copula Methods in Finance. Wiley, Chichester 2004.</p> <p>C. COTTIN, S. DÖHLER: Risikoanalyse. Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen. Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009.</p> <p>R. DOFF: Risk Management for Insurers. Risk Control, Economic Capital and Solvency II. RISK Books, London 2007.</p> <p>P. EMBRECHTS (ED.): Extremes and Integrated Risk Management. RISK Books, London 2000.</p> <p>P. EMBRECHTS, C. KLÜPPELBERG, T. MIKOSCH: Modelling Extremal Events. Springer, Berlin 2001.</p> <p>C. FRANZETTI: Operational Risk Modelling and Management. Chapman &amp; Hall /CRC, Boca Raton, 2011.</p> <p>G. HOFMANN (HRSG.): Basel III und MaRisk. Regulatorische Vorgaben, bankinterne Verfahren, Risikomanagement. Frankfurt School Verlag, Frankfurt 2011.</p> <p>G. KOLLER: Risk Modeling for Determining Value and Decision Making. Chapman &amp; Hall /CRC, Boca Raton, 2000.</p> <p>S. KORYCIORZ: Sicherheitskapitalbestimmung und ? allokation in der</p> |

Schadenversicherung. Eine risikotheorietische Analyse auf der Basis des Value-at-Risk und des Conditional Value-at-Risk. Verlag Versicherungs-wirtschaft, Karlsruhe 2004.  
 S. KOTZ, S. NADARAJAH: Extreme Value Distributions. Theory and Applications. Imperial College Press, London, 2000.  
 M. KRIELE, J. WOLF: Value-Oriented Risk Management of Insurance Companies. Springer, Berlin 2014.  
 J.F. MAI, M. SCHERER: Simulating Copulas. Stochastic Models, Sampling Algorithms, and Applications. Imperial College Press, London 2012.  
 A.J. MCNEIL, R. FREY, P. EMBRECHTS: Quantitative Risk Management. Concepts ? Techniques ? Tools. Princeton University Press, Princeton 2005.  
 A. MEUCCI: Risk and Asset Allocation. Springer, N.Y. 2005.  
 R.B. NELSEN: An Introduction to Copulas. Springer, N.Y. 2006.  
 J. RANK (ED.): Copulas. From Theory to Application in Finance. RISK Books, London 2007.  
 R.D. REISS, M. THOMAS: Statistical Analysis of Extreme Values. With Applications to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields. Birkhäuser, Basel 2007.  
 C.P. ROBERT, G. CASELLA: Monte Carlo Statistical Methods. 2nd ed., Springer, N.Y. 2004.

|                                    |                              |                                  |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Links</b>                       |                              |                                  |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          |                              | Deutsch, Englisch                |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          |                              | 1 Semester                       |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      |                              | unregelmäßig                     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     |                              | unbegrenzt                       |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    |                              | Studienschwerpunkt: C            |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    |                              | Wahlpflicht / Elective           |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |                              | MM (Mastermodul / Master module) |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |                              | Vorlesung + Übung                |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |                              | Stochastik, Statistik            |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten               |                                  | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit |                                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                    | SWS                              | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                              | 3                                | SoSe und WiSe                                                  | 42               |
| Übung                              |                              | 1                                | SoSe oder WiSe                                                 | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                              |                                  |                                                                | 56 h             |

## mat816 - Stochastik II

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Stochastik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat816                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Theorie der stochastischen Prozesse.</li> <li>Querverbindungen: Stochastische Finanzmarktmodelle, Versicherungsmathematik II, Stochastische Analysis</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Stochastische Prozesse, Satz von Daniell-Kolmogorov, Martingale, Stoppzeiten, Markov-Ketten, Markovsche Sprungprozesse, Kolmogorovsche Gleichungen, Poisson-Prozess, Wiener-Prozess, Poissonsche Punktprozesse, Ito-Integral, Ito-Prozesse, Stochastische Differentialgleichungen, Feynman-Kac Formel, Simulation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Klenke, A.: Probability Theory. Springer, 2006.<br>Kallenberg, O.: Foundations of Modern Probability. Springer, 2002.<br>Protter, P.E.: Stochastic Integration and Differential Equations. Springer, 2005.<br>Kloeden, P. E., Platen, E., Schurz, H.: Numerical solution of SDE through computer experiments. Springer, 2012.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Stochastik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3   | SoSe oder WiSe                                                 | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1   | SoSe oder WiSe                                                 | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                | 56 h             |

## mat819 - Spezielle Themen der Stochastik

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Spezielle Themen der Stochastik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat819                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>In dieser Vorlesung wird ein aktuelles, fortgeschrittenes Themengebiet der Stochastik behandelt. Die Studierenden erwerben damit über den üblichen Kanon der Stochastik hinausgehendes Spezialwissen sowie die Fähigkeit, sich solches Wissen anzueignen und in praktischen Analysen einzusetzen.</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | <p>Es handelt sich um ein Modul, innerhalb dessen kurzfristig verschiedene, aktuelle Themen aus der Stochastik angeboten werden können, immer jeweils im Rahmen der Modulvorgaben von 6KP/180h Workload.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | je nach Themenwahl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3   | SoSe oder WiSe                                                 | 0                |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1   | SoSe oder WiSe                                                 | 0                |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                | 0 h              |

## mat820 - Stochastische Analysis und zeitstetige Finanzmathematik

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Stochastische Analysis und zeitstetige Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat820                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>Stochastische Integration in allgemeinem Kontext verstehen und anwenden können</li> <li>Querverbindungen: mat816, mat857</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Diffusionprozesse, Ito Kalkül, Sprungdiffusionsmodelle, Semimartingale und Darstellungssätze, Hedgingstrategien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | Björk: Arbitrage Theory in Continuous Time, Mikosch: Elementary Stochastic Calculus with Finance in View, World Scientific, 1998.<br>Deck: Der Ito-Kalkül, Springer, 2006.<br>Øksendal: Stochastic Differential Equations, Springer, 6th edition, 2010<br>Kallsen: Semimartingale Modelling in Finance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Stochastik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3                                                              | --                      | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1                                                              | --                      | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         | 56 h                    |

## mat825 - Stochastic Processes and Finance

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                             |                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Stochastic Processes and Finance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                             |                  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat825                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                             |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 9.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                             |                  |
| <b>Workload</b>                  | 270 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                             |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                             |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                             |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                             |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>Finanzmathematik in stetiger Zeit über stochastische Prozesse verstehen und modellieren können</li> <li>Querverbindungen: mat805, mat850, mat857</li> </ul> |     |                                                                             |                  |
| <b>Modulinhalte</b>              | Interest rates, zero coupon bonds, price formula, numeraire, financial instruments, term structure, underlyings and financial derivatives, financial market, no free lunch condition, options of European and American type, binomial model by Cox, Ross and Rubinstein, price formula for simple options; Conditional expectation, martingales in discrete time, Brownian motion; stochastic interest rate models, Black-Scholes model, Black-Scholes formula and PDE; Affine term structures, Forward rates, Futures and Forwards                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                             |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Albrecher, Binder, Mayer: Einführung in die Finanzmathematik, Birkhäuser, 2009<br>Kellerhals, Asset Pricing, Springer, 2004<br>Brzezniak, Zastawniak: Basic Stochastic Processes, Springer SUMS, 1999<br>Koch, Medina, Merino: Mathematical Finance and Probability, Birkhäuser, 2003<br>Etheridge, A Course in Financial Calculus, Cambridge Univ. Press, 2002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                             |                  |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                                                                             |                  |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Englisch, Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                             |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                             |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                             |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                             |                  |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                             |                  |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                             |                  |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                             |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                                                                             |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Stochastik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                             |                  |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Prüfungsform                                                                |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ), Referat (R) |                  |
| Lehrveranstaltungsform           | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SWS | Angebotsrhythmus                                                            | Workload Präsenz |
| Vorlesung                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3   | --                                                                          | 42               |
| Übung                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1   | --                                                                          | 14               |
| Seminar                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2   | --                                                                          | 28               |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>84 h</b>      |

---

## mat826 - Finanzstatistik

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          | Finanzstatistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulkürzel               | mat826                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kreditpunkte              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Workload                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zuständige Personen       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Kompetenzziele            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li><li>• Die Studierenden lernen Zeitreihenmodelle kennen, wenden diese auf Finanzdaten an und können verschiedenen Risiken statistisch modellieren und quantifizieren.</li><li>• Querverbindungen: mat810, mat820, mat839, mat843</li></ul> <p>digitale Souveränität</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• reflektierter Einsatz digitaler Werkzeuge bei:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Präsentation in Übungen</li><li>◦ bei der Lösung von Übungsaufgaben,</li></ul></li><li>• alltäglicher Umgang mit<ul style="list-style-type: none"><li>◦ digitalen Kommunikationswerkzeugen (Mail, BBB, ...)</li><li>◦ Web als Datenquelle:<br/>Recherche und Bezug von realen Finanzdaten<br/>Recherche und Bezug von R Ergänzungspaketen</li><li>◦ Fragen der Abbildung unterschiedlicher Domänen in die digitale Welt: in Übungsaufgaben Umgang mit zeitindizierten Daten (Verschneidung, Plots, Zusammenführung, fehlende Werte)</li></ul></li></ul> <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• mathematiknahe Programmierung in R</li><li>• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit</li><li>• stochastische Simulation</li></ul> |
| Modulinhalte              | als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich <ul style="list-style-type: none"><li>• EDA (auch für Zeitreihen);</li><li>• zeitdiskrete Modelle: CAPM; Irrfahrt;</li><li>• Grundmodelle der Zeitreihenanalyse: ARMA und GARCH; Stationaritätstests</li><li>• Berechnungsverfahren zu VaR: historische Simulation und Wurzel-T-Regel; Delta-Methode und VaR für Optionen mit glattem Payoff</li><li>• Volatilitätsmessung; Volatilitätsrisiko;</li><li>• Kreditrisiko; Rating</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literaturempfehlungen     | Franke, J., Härdle, W., Hafner, C.M. Einführung in die Statistik der Finanzmärkte.<br>Alexander, C. Market models: a guide to financial data analysis, Wiley.<br>Albrecht, P. and Raimond M. Investment- und Risikomanagement.<br>Schäffer Poeschel. Hull. Risk Management and Financial Institutions, Wiley.<br>Ruppert, D. Statistics and finance: An introduction, Springer.<br>Ruppert, D. Statistics and data analysis for financial engineering, Springer.<br>Tukey, J.W. Exploratory data analysis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

---

**Links**

|                                    |           |                                                                               |                                                                |                  |
|------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Unterrichtsprachen</b>          |           | Deutsch, Englisch                                                             |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          |           | 1 Semester                                                                    |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      |           | unregelmäßig                                                                  |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     |           | unbegrenzt                                                                    |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    |           | Studienschwerpunkt: C                                                         |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    |           | Wahlpflicht / Elective                                                        |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |           | MM (Mastermodul / Master module)                                              |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |           | Vorlesung + Übung                                                             |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |           | Stochastik I, Statistik I, Grundlagen der Versicherungs- und Finanzmathematik |                                                                |                  |
| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten                                                                | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit                                                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                                                                           | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 3                                                                             | --                                                             | 42               |
| Übung                              |           | 1                                                                             | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                                                                               |                                                                | 56 h             |

---

## mat827 - Aktuarielle Statistik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Aktuarielle Statistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat827                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Stochastische Risiken quantifizieren und mit Abhängigkeiten in den Daten umgehen können, wesentliche Beiträge der aktuariellen Statistik in Versicherungsunternehmen kennen und mathematisch einordnen können</li></ul> <p>Explizite Querverbindungen bestehen hierbei zu mat805 Versicherungsmathematik I, mat806 Versicherungsmathematik II, mat811 Quantitative Risikoanalyse, mat826 Finanzstatistik, mat837 Extremwertstatistik und Anwendungen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Modulinhalte</b>              | <ol style="list-style-type: none"><li>1. IT-Infrastruktur für Aktuarielle Statistik</li><li>2. Umgang mit Daten im Bereich Aktuarielle Statistik</li><li>3. Eingesetzte Verfahren der Statistik</li><li>4. Statistische Prädiktive Modelle</li><li>5. Anwendungs-Use-Cases:<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarifierung: Anwendung von Modellwahl, GLM(Ms), Boosting, regularisierter Regression</li><li>• Fitting von Compound-Verteilungen im kollektiven Modell</li><li>• Experience-Rating: Anwendung von Panel-Regression und GLMMs</li><li>• Statistik der Reservierung Chain-Ladder und darüber hinaus</li><li>• Berechnung von Unsicherheiten in Ultimates mit Bootstrap</li><li>• Prospektive Sterbetafeln/Langlebigkeitsrisiko: Anwendungen von Vorhersage-Modellen</li><li>• Portfolio-Optimierung und Risikomanagement im ALM: Anwendung von ARMA-GARCH-Modellen</li><li>• Exposureberechnung in der Schadenversicherung: Anwendung von Räumlicher Statistik</li><li>• Pricing in Rückversicherung: Anwendung von Extremwertstatistik</li></ul></li></ol> <p>Die Vorlesung ist dabei anhand der Use-Cases gegliedert, anhand derer die Abschnitte 1-4 abgehandelt werden. Die Vorlesung ersetzt nicht die Grundvorlesungen im Hinblick auf Abschnitt 3 und die Spezialvorlesungen zu Thematiken aus Abschnitt 4; für vertiefende konzeptionelle Auseinandersetzung mit Themen aus Abschnitt 2 wird auf Vorlesungen in der Informatik verwiesen, für eine breite Einführung in R auf das statistische Praktikum und den dort enthaltenen R-Kurs. In der vorliegenden Veranstaltung werden entsprechende Konzepte aus Abschnitten 1-4 übernommen, in sich abgeschlossen dargestellt, umfangreichere Beweise aber in die anderen Vorlesungen und Veranstaltungen delegiert. Ein Schwerpunkt dieser Veranstaltung ist die rechnergestützte Anwendung der Konzepte.</p> |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | <p>Charpentier, A. (Ed.). (2014). Computational actuarial science with R. CRC press.</p> <p>Denuit, M., Hainaut, D., Trufin, J. (2019). Effective Statistical Learning Methods for Actuaries I : GLMs and Extensions. Springer.</p> <p>Denuit, M., Hainaut, D., Trufin, J. (2020). Effective Statistical Learning Methods for Actuaries II : Tree-Based Methods and Extensions. Springer.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Denuit, M., Hainaut, D., Trufin, J. (2019). Effective Statistical Learning Methods for Actuaries I : Neural Networks and Extensions. Springer.

Embrechts, P., Klüppelberg, C., Mikosch, T. (2003) Modelling Extremal Events: For Insurance and Finance. Corr. 4. Print. ed. 1997. Springer.

Frees, E.E., Derring, R.A., Meyers, G. (eds.)(2014) Predictive Modeling Applications in Actuarial Science. Volume 1: Predictive Modeling Techniques. Cambridge University Press.

Meyers, G., Derring, R.A. (eds.) (2016) Predictive Modeling Applications in Actuarial Science. Volume 2: Case Studies in Insurance. Cambridge University Press.

Seehafer, M., Nörtemann, S., Offtermatt, J., Transchel, F., Kiermaier, A., Külheim, R. & Weidner, W. (2021). Actuarial Data Science. In Actuarial Data Science. De Gruyter.

|                                    |           |                                                                                                                                                    |                                                                |                  |
|------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Links</b>                       |           |                                                                                                                                                    |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          |           | Deutsch, Englisch                                                                                                                                  |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          |           | 1 Semester                                                                                                                                         |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      |           | planmäßig alle 3 Jahre (im Wechsel mit den LVs Finanzstatistik, Robuste Statistik, Extremwertstatistik, Multivariate Statistik, Zeitreihenanalyse) |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     |           | unbegrenzt                                                                                                                                         |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    |           | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                              |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    |           | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                             |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |           | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                   |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                  |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |           | Statistik I, Einführung in die Versicherungsmathematik                                                                                             |                                                                |                  |
| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten                                                                                                                                     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                       | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                                                                                                                                                | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 3                                                                                                                                                  | SoSe oder WiSe                                                 | 0                |
| Übung                              |           | 1                                                                                                                                                  | SoSe oder WiSe                                                 | 0                |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                                                                                                                                                    |                                                                | 0 h              |

## mat829 - Spezielle Themen der Versicherungs- und Finanzmathematik

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                 |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Spezielle Themen der Versicherungs- und Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                 |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat829                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                 |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                 |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                 |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                 |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                 |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                 |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>• In dieser Vorlesung wird ein aktuelles, fortgeschrittenes Themengebiet der Versicherungs- und Finanzmathematik behandelt. Die Studierenden erwerben damit über den üblichen Kanon der Versicherungs- und Finanzmathematik hinausgehendes Spezialwissen sowie die Fähigkeit, sich solches Wissen anzueignen und in praktischen Analysen einzusetzen.</li> </ul> |     |                                                                 |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Es handelt sich um ein Modul, innerhalb dessen kurzfristig verschiedene, aktuelle Themen aus der Versicherungs- und Finanzmathematik angeboten werden können, immer jeweils im Rahmen der Modulvorgaben von 6KP/180h Workload.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                 |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                 |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                 |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                 |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                 |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                                 |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                 |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                 |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                                 |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                 |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                 |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | je nach Themenwahl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                 |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     | Prüfungsform                                                    |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachspraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SWS | Angebotsrhythmus                                                | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3   | SoSe oder WiSe                                                  | 0                |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1   | SoSe oder WiSe                                                  | 0                |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                 | 0 h              |

## mat830 - Lineare Modelle/Regression

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Lineare Modelle/Regression                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat830                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte für lineare Modelle kennen, können diese auf verschiedene statistische Fragen anwenden, die zugrundeliegenden Annahmen kritisch überprüfen oder geeignete Korrekturverfahren anwenden.</li> <li>Querverbindungen: mat839, mat843, mat835, maschinelles Lernen</li> </ul> |            |                                                                |                         |
| <b>Modulinhalte</b>              | Lineare Einfachregression, multiple Regression, Kleinste-Quadrate-Schätzung, Eigenschaften des KQ-Schätzers, Modellierung kategorialer und metrischer Einflussgrößen, Modelldiagnose, Modellwahl, Variablenselektion, allgemeine lineare Modelle, generalisierte lineare Modelle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Fahrmeir, Kneib & Lang (2009): Regression - Modelle, Methoden und Anwendungen, Springer.<br>Rawlings, Pantula & Dickey (1998). Applied Regression Analysis: A Research Tool, Springer Verlag.<br>Schmidt, Trenkler (2006). Einführung in die moderne Matrix-Algebra, Springer Verlag.<br>Ligges (2008). Programmieren mit R, Springer Verlag.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                |                         |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig (in Kooperation mit Universität Bremen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt ()                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                |                         |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C<br><br>Dieses Modul wird regelmäßig in Bremen angeboten, und die Studierenden können im Rahmen des Kooperationsabkommens der Unis Oldenburg und Bremen die Veranstaltung dort belegen und in Oldenburg anrechnen. Im ZeSOB (Zentrum für Statistik in Bremen und Oldenburg) haben die Professoren aus der Statistik in Bremen und aus der Stochastik in Oldenburg ihre Aktivitäten gebündelt. In diesem Rahmen informieren wir die Studierenden regelmäßig zum Semesterende über die in Bremen im nächsten Semester angebotenen Masterveranstaltungen.                                                                                                                                                                     |            |                                                                |                         |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                |                         |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Stochastik I, Statistik I, Statistik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |                                                                |                         |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>SWS</b> | <b>Angebotsrhythmus</b>                                        | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3          | --                                                             | 42                      |
| Übung                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1          | --                                                             | 14                      |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

## mat837 - Extremwertstatistik und Anwendungen

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          | Extremwertstatistik und Anwendungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulkürzel               | mat837                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kreditpunkte              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Workload                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li><li>• Master Umweltmodellierung (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zuständige Personen       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kompetenzziele            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li><li>• Die Studierenden lernen die Grenzwertsätze der Extremwertstatistik und die dazu gehörigen statistischen Verfahren kennen und können diese in realen Datensituationen anwenden.</li><li>• Querverbindungen: mat315, mat826, mat843, mat805 (bzw. Versicherungsmathematik I im neuen System)</li></ul> <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• mathematiknahe Programmierung in R</li><li>• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit</li><li>• stochastische Simulation</li></ul> |
| Modulinhalte              | als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"><li>• Maxima: GEVD und Eigenschaften, Fisher-Tippett-Gnedenko-Thm / Attraktionsbereiche, BlockMaxima</li><li>• Schwellüberschreitungen: GPD und Eigenschaften; Pickands-Balkema-deHaan Thm; Hill Schätzer</li><li>• Punktprozesse: der Poissonprozess; Verbindung zur Exponentialvtlg; Relevanz in EVT</li><li>• Diagnostik: Mean-Excess Plot, Return Level Plot, Extremal-Index</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literaturempfehlungen     | Coles, S., et al. An introduction to statistical modeling of extreme values, Springer.<br>Embrechts, P, Klüppelberg, C., Mikosch, T. Modelling extremal events: for insurance and finance, Springer.<br>McNeil, A.J., Frey, R., Embrechts, P. Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools, Princeton university press.<br>Reiss, R-D., Thomas, M. Statistical analysis of extreme values, Birkhäuser.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Links                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Unterrichtsprachen        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer in Semestern        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsrhythmus Modul    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Aufnahmekapazität Modul   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Hinweise                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulart                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modullevel                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                    |           |                              |                  |                                                                |
|------------------------------------|-----------|------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |           | Vorlesung + Übung            |                  |                                                                |
| <b>Vorkenntnisse</b>               |           | Stochastik I, Statistik I    |                  |                                                                |
| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten               |                  | Prüfungsform                                                   |
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit |                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                          | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz                                               |
| Vorlesung                          |           | 3                            | --               | 42                                                             |
| Übung                              |           | 1                            | --               | 14                                                             |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                              |                  | 56 h                                                           |

## mat839 - Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsmodelle

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Zeitreihenanalyse bzw. Zustandsmodelle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat839                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li><li>• Master Umweltmodellierung (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li><li>• Die Studierenden lernen Grundbegriffe der Zeitreihenanalyse kennen, kennen wichtige Modelle und können diese an Daten anpassen.</li><li>• Querverbindungen: mat315, mat826</li></ul> <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• mathematiknahe Programmierung in R</li><li>• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit</li><li>• stochastische Simulation</li></ul> |                                                                |
| <b>Modulinhalte</b>              | als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"><li>• Autokovarianz und partielle Autokovarianz – Stationarität und Ergodizität;</li><li>• Sätze von Herglotz und Bochner; Spektralmaß eines stationären Prozesses;</li><li>• ARIMA Modelle; Zustandsraummodelle; GARCH Modelle</li><li>• Schätzung und Inferenz</li><li>• Kalman Filter und Glätter; EM-Algorithmus</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Durbin, J., Koopman, S.J.: Time series analysis by state space methods, Oxford University Press.<br>Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Time series: theory and methods, Springer.<br>Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Introduction to time series and forecasting.<br>Hamilton, J.D.: Time series analysis, Princeton university press.<br>Schlittgen, R., Streitberg, B.: Zeitreihenanalyse, Oldenbourg.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Stochastik I, Statistik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Prüfungsform</b>                                            |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Vorlesung                          |           | 3   | --               | 42               |
| Übung                              |           | 1   | --               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

## mat840 - Monte Carlo Methoden

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Monte Carlo Methoden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                                |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat840                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> <li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>• Die Studierenden erlernen mathematische Techniken zur virtuellen Simulation von Vorgängen mit stochastischem Charakter, vor allem an praxisnahen Anwendungsbeispielen aus der Versicherungs- und Finanzmathematik.</li> <li>• Querverbindungen: mat810, mat849</li> </ul> |     |                                                                |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | Zufallszahlengeneratoren, Zufallszahlen mit vorgegebener Verteilung, Simulation von mehrdimensionalen Verteilungen, Simulation von Markov-Ketten und -Prozessen (insbesondere simulative Lösung stochastischer Differenzialgleichungen), Konzeption und Aufbau interner Risikomodelle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | D. DIERS (2007): Interne Unternehmensmodelle in der Schaden- und Unfallversicherung. ifa, Ulm.<br>M. KOLONKO (2008): Stochastische Simulation. Grundlagen, Algorithmen und Anwendungen, Vieweg + Teubner, Wiesbaden.<br>C. LEMIEUX (2009): Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Sampling, Springer, N.Y.<br>R.Y. RUBINSTEIN, D.P. KROESE (2008): Simulation and the Monte Carlo Method. Wiley, Hoboken, N.J. Links                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Stochastik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SWS | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3   | --                                                             | 42               |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1   | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                | 56 h             |

## mat843 - Elemente Multivariater Statistik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Elemente Multivariater Statistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                  |                  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat843                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                  |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                  |                  |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                  |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> <li>• Master Umweltmodellierung (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                  |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                  |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die multivariate Normalverteilung, lernen andere multivariate Verteilungen kennen und</li> <li>• können Hauptkomponenten- und Faktoranalyse auf Daten anwenden und interpretieren.</li> <li>• Querverbindungen: mat315, mat810</li> </ul> <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematiknahe Programmierung in R</li> <li>• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit</li> <li>• Strategien zum Umgang mit Ausreißern / Datenrobustheit</li> <li>• stochastische Simulation</li> </ul> |                                                                |                  |                  |
| <b>Modulinhalte</b>              | als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich:<br>- Wiederholung: Eigenwertzerlegung, Singulärwertzerlegung;<br>- Operationen für Multivariate Daten: Selektion und Projektion<br>- die multivariate Normalverteilung; Eigenschaften<br>- Verteilungen: Wishart, Wilks Lambda, Hotelling T<br>- klassische Modelle: Hauptkomponentenanalyse, Faktoranalyse, Diskriminanzanalyse, Clustering, Korrespondenzanalyse, Kanonische Korrelation, Multidimensional Scaling, Conjoint Analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                  |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Härdle, W., Simar, L.: Applied multivariate statistical analysis, Springer.<br>Benzécri, JP, Bellier, L.: L'analyse des données, Dunod.<br>Jolliffe, I.: Principal component analysis, Wiley.<br>Mardia, KV, Kent, JT, Bibby, JM.: Multivariate analysis, Academic press.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                  |                  |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                  |                  |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                  |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                  |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                  |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                  |                  |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                  |                  |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                  |                  |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                  |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                  |                  |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfungsform                                                   |                  |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |                  |
| Lehrveranstaltungsform           | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | SWS                                                            | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Vorlesung                          |           | 3   | --               | 42               |
| Übung                              |           | 1   | --               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

## mat845 - Räumliche Statistik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                                   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Räumliche Statistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                                   |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat845                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                                   |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                                   |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                                   |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |                                   |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                                   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                                   |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li> <li>Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Die Studierenden lernen grundlegende räumliche stochastische Prozesse kennen und können mit diesen statistisch umgehen und sie auf konkrete Probleme anwenden.</li> <li>Querverbindungen: mat315, mat 843, mat830</li> </ul> |                                                                |                                   |
| <b>Modulinhalte</b>              | Räumliche stochastische Prozesse, Gauß-Prozesse, Variogramm, Korrelogramm, Stationarität, Isotropie, Kriging, Oberflächenschätzung, Markov-Zufallsfelder, Räumliche Punktprozesse, Intensitätsfunktion, Poisson-Prozesse, Cox-Prozesse, zufällige Mengen, stochastische Geometrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                                   |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | Banerjee, Carlin & Gelfand (2003): Hierarchical Modelling and Analysis of Spatial Data, Chapman & Hall / CRC.<br>Cressie (2001): Spatial Statistics, Wiley, New York.<br>Diggle & Ribeiro (2007): Model-based Geostatistics, Springer, New York.<br>Schabenberger & Gotway (2005): Statistical Methods for Spatial Data Analysis, Chapman & Hall / CRC.<br>Rue & Held (2005): Gaussian Markov Random Fields, Chapman & Hall / CRC, Boca Raton, FL.<br>Møller (2003): Spatial Statistics and Computational Methods. Lecture Notes in Statistics 173, Springer, New York.<br>Møller & Waagepetersen (2003): Statistical inference and simulation for spatial point processes, Chapman and Hall/CRC, Florida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                                   |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                                   |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                                   |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                                   |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                                   |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                                   |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                                   |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                                   |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                                   |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                                   |
| <b>Vorkenntnisse</b>             | Stochastik I, Statistik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |                                   |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfungsform                                                   |                                   |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                                   |
| Lehrveranstaltungsform           | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | SWS                                                            | Angebotsrhythmus Workload Präsenz |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Vorlesung                          |           | 3   | --               | 42               |
| Übung                              |           | 1   | --               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

---

## mat847 - Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          | Elemente Explorativer Datenanalyse, Robuster Statistik und Diagnostik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulkürzel               | mat847                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kreditpunkte              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Workload                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li><li>• Master Umweltmodellierung (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Zuständige Personen       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kompetenzziele            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software</li><li>• Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen</li><li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li><li>• Die Studierenden lernen die zentralen Konzepte, Argumente und Verfahren der explorativen Datenanalyse und der robusten Statistik kennen und können diese in R anwenden.</li><li>• Querverbindungen: mat315, mat330, mat350, mat525, mat530</li></ul> <p>mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• mathematiknahe Programmierung in R</li><li>• Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit</li><li>• Strategien zum Umgang mit Ausreißern/Datenrobustheit</li><li>• stochastische Simulation</li></ul> |
| Modulinhalte              | als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"><li>• Konzepte der graphischen Datenanalyse</li><li>• Konzepte der interaktiven Datenanalyse</li><li>• Begriffe, Werkzeuge und Schlussweisen der robusten Statistik</li><li>• Umgebungen, Influenzkurve, Maxbiaskurve, Gross Error Sensitivity</li><li>• Bruchpunkt, Minimax-Ansätze, Robuste Optimalität</li><li>• Beispiele robuster Verfahren für Lokation, Skala, Kovarianzen, Regression</li><li>• auf robusten Verfahren basierende Diagnostik</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literaturempfehlungen     | Hampel, F.M., Ronchetti, E.M., Rousseeuw, P.J., Stahel, W.A.: Robust Statistics: the approach based on influence functions, Wiley.<br>Huber, P.J.: Robust Statistics, Wiley. Rieder, H.: Robust Asymptotic Statistics, Springer.<br>Rousseeuw, P.J., Leroy A.M.: Robust regression and outlier detection, Wiley.<br>Tukey, J.W.: Exploratory Data Analysis 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Links                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Unterrichtsprachen        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer in Semestern        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Angebotsrhythmus Modul    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Aufnahmekapazität Modul   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Hinweise                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulart                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Modullevel                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehr-/Lernform            | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

---

**Vorkenntnisse****Stochastik I, Statistik I**

| Prüfung                            |           | Prüfungszeiten               | Prüfungsform                                                   |                  |
|------------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Gesamtmodul</b>                 |           | nach Ende der Vorlesungszeit | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS                          | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |           | 3                            | --                                                             | 42               |
| Übung                              |           | 1                            | --                                                             | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |                              |                                                                | 56 h             |

## mat849 - Statistische Algorithmen

|                           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
|---------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung          |           | Statistische Algorithmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                                                                |
| Modulkürzel               |           | mat849                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                |
| Kreditpunkte              |           | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                |
| Workload                  |           | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                                |
| Verwendbarkeit des Moduls |           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li><li>• Master Umweltmodellierung (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                                                                |
| Zuständige Personen       |           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
| Teilnahmevoraussetzungen  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
| Kompetenzziele            |           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li><li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens sowohl durch breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li><li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li><li>• Die Studierenden lernen wichtige Algorithmen und deren Implementation in Standard-Software kennen und können diese anwenden.</li><li>• Querverbindungen: mat840, mat705, mat730, mat843</li></ul> |                  |                                                                |
| Modulinhalte              |           | als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"><li>• Prinzipien zur Zufallszahlenerzeugung</li><li>• Monte-Carlo Techniken: antithetische/Kontrollvariate, Rejection Sampling, Multilevel</li><li>• Projection Pursuite</li><li>• MCMC, Gibbs Sampling</li><li>• Simulated Annealing</li><li>• verschiedene Varianten des Bootstrap/subsampling</li><li>• Regressionsbäume/CART</li><li>• MARS</li><li>• Ensemble Methoden: Bagging, Boosting</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
| Literaturempfehlungen     |           | Dietterich, T.G.: Ensemble methods in machine learning. Multiple classifier systems.<br>Efron, B, Tibshirani, R.J.: An introduction to the bootstrap.<br>Hall, P.: The bootstrap and Edgeworth expansion.<br>Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The elements of statistical learning.<br>Ripley, B.D.: Stochastic Simulation.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                                |
| Links                     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                |
| Unterrichtsprachen        |           | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                |
| Dauer in Semestern        |           | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
| Angebotsrhythmus Modul    |           | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |                                                                |
| Aufnahmekapazität Modul   |           | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                |
| Hinweise                  |           | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                                |
| Modulart                  |           | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                |
| Modullevel                |           | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |                                                                |
| Lehr-/Lernform            |           | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                |
| Vorkenntnisse             |           | Stochastik I, Statistik I, Statistik II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |                                                                |
| Prüfung                   |           | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  | Prüfungsform                                                   |
| Gesamtmodul               |           | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |
| Lehrveranstaltungsform    | Kommentar | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz                                               |

---

| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|------------------------------------|-----------|-----|------------------|------------------|
| Vorlesung                          |           | 3   | --               | 42               |
| Übung                              |           | 1   | --               | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |           |     |                  | <b>56 h</b>      |

## mat850 - Asset Liability Management

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                  |                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------|------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Asset Liability Management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                  |                  |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat850                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                  |                  |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                  |                  |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                  |                  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                  |                  |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                  |                  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                  |                  |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Grundlagen der integrierten quantitativen Behandlung von Aktiv- und Passivseite im Versicherungsunternehmen verstehen und Standardmodelle kennenlernen</li> <li>Querverbindungen: mat825, mat857, mat810</li> </ul> |     |                                                  |                  |
| <b>Modulinhalte</b>                | ALM als Prozess im Unternehmen, Anforderungen aus Aufsichtsrecht, Gesamtverband, Aktuarvereinigung: Grund- und Standardmodelle für Versicherungen; Modelle, Kennzahlen, Stresstests, Szenarien, Projektionsrechnung, Valuation Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |                                                  |                  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | <p>Fachausschuss Finanzmathematik (Hrsg.): Investmentmodelle für das Asset Liability Modelling von Versicherungsunternehmen, VVW Karlsruhe, 2002.</p> <p>Mummenhoff: Analyse des deutschen Standardmodells für Lebensversicherer unter Solvency II, ifa Ulm, 2007.</p> <p>Möller, Steffensen: Market-Valuation Methods in Life and Pension Insurance, Cambridge, 2007/08.</p> <p>Dickson, Hardy, Waters: Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks, Cambridge, 2009.</p>                                                                                                                                                                                                                         |     |                                                  |                  |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                  |                  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                  |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                  |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                                                  |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |                                                  |                  |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                  |                  |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                                                  |                  |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |                                                  |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                  |                  |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Stochastik I, Versicherungsmathematik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |                                                  |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     | Prüfungsform                                     |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | KM: nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     | Klausur oder mündliche Prüfung (KM), Referat (R) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SWS | Angebotsrhythmus                                 | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2   | --                                               | 28               |
| Seminar                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2   | --                                               | 28               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                  | 56 h             |

## mat857 - Stochastische Finanzmarktmodelle

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Stochastische Finanzmarktmodelle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat857                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>Grundzüge der fairen Bepreisung im arbitragefreien Markt für derivative Finanzinstrumente kennen und anwenden können</li> <li>Querverbindungen: mat811, mat816, mat815, mat820</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | Zeitstetige Finanzmathematik (arbitragefreie Preise für Finanzderivaten): Einführung in stochastische Differenziale und Integrale; zeitstetiges Marktmodell und Black Scholes Modell, arbitragefreie Preise: äquivalentes Martingalmaß und bedingte Erwartung, vollständige Märkte, stochastische Zinsmodelle (Vasicek, Cox Ross Rubinstein), Zinsderivate; optional: allgemeine Hedgingstrategien, Ausblick auf Levy Prozesse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | BJÖRK, Tomas: Arbitrage Theory in Continuous Time, Oxford Finance Series, 2009.<br>ETHERIDGE, Alison: A Course in Financial Calculus, Cambridge University Press, 2011.<br>SANDMANN, Klaus: Einführung in die Stochastik der Finanzmärkte, Springer Verlag Berlin, 2009.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                         |                         |
| <b>Vorkenntnisse</b>               | Stochastik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | am Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                              | SoSe oder WiSe          | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                                              | SoSe oder WiSe          | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> | 56 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |

## mat860 - Vertiefung zur stochastischen Modellierung

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>            | Vertiefung zur stochastischen Modellierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulkürzel</b>                 | mat860                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Kreditpunkte</b>                | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Workload</b>                    | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Zuständige Personen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Kompetenzziele</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen</li> <li>• Die Studierenden lernen spezialisierte Teilgebiete der Stochastik/Statistik kennen, die im Rahmen der mathematischen Modellierung moderne Anwendungsbezüge aufweisen.</li> </ul> |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulinhalte</b>                | unterschiedlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Literaturempfehlungen</b>       | je nach Bedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                |                         |                         |
| <b>Links</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         |                         |
| <b>Unterrichtsprachen</b>          | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Dauer in Semestern</b>          | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |                         |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |                         |                         |
| <b>Hinweise</b>                    | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                         |                         |
| <b>Modulart</b>                    | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                         |                         |
| <b>Modullevel</b>                  | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                         |                         |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              | Vorlesung + Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                         |                         |
| <b>Prüfung</b>                     | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Prüfungsform</b>                                            |                         |                         |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                         |                         |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>      | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>SWS</b>                                                     | <b>Angebotsrhythmus</b> | <b>Workload Präsenz</b> |
| Vorlesung                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                              | --                      | 42                      |
| Übung                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1                                                              | --                      | 14                      |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                         | 56 h                    |

---

## mat865 - Vertiefung zur Statistik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Vertiefung zur Statistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat865                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fach-Bachelor Nachhaltigkeitsökonomik (Bachelor) &gt; Wahlpflichtbereich</li><li>• Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) &gt; Schwerpunktmodule AFT - Methoden</li><li>• Master Betriebswirtschaftslehre: Management und Recht (Master) &gt; Schwerpunktmodule UF - Methoden</li><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li><li>• In dieser Vorlesung wird ein aktuelles, fortgeschrittenes Themengebiet der Angewandten Statistik behandelt. Die Studierenden erwerben damit über den üblichen Kanon statistischer Verfahren hinausgehendes Spezialwissen sowie die Fähigkeit, sich solches Wissen anzueignen und in praktischen Analysen einzusetzen.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Modulinhalte</b>              | <p>Es handelt sich um ein Modul, innerhalb dessen kurzfristig verschiedene, aktuelle Themen aus der Statistik angeboten werden können, immer jeweils im Rahmen der Modulvorgaben von 6KP/180h Workload mögliche solche Themen sind</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Angewandte Statistische Methoden in der Ökologie mit R (zuletzt SoSe 2017)</li><li>• Statistisches Lernen (zuletzt SoSe 2019)</li></ul> <p>Spezifikation eines konkreten Themas spätestens im Rahmen der rollierenden Vorlesungsplanung</p> <p>Beispielhaft seien hier die Inhalte zu "Statistisches Lernen" genannt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prädiktionsverfahren: lineare Regression, GLM in hochdimensionalen Modellen, regularisierte Regression, Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO), Support Vector Regression</li><li>• Klassifikationsverfahren und Clustering: lineare und quadratische Diskriminanzanalyse (LDA/QD), Support Vector Classification, Klassifikationsbäume (CART), verschiedene Clusterverfahren</li><li>• Vapnik-Chervonenkis Komplexität von Problemen</li><li>• Resampling Verfahren/Ensemble Methoden: Bagging, Boosting, Random Forests, verschiedene Kreuzvalidierungsstrategien</li><li>• Ausblick auf Ranking-Verfahren und Online-Learning</li></ul> |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | <p>natürlich spezifisch für das jeweilige Thema</p> <p>hier beispielhaft für "Statistisches Lernen":</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bühlmann, P., van de Geer, S.: Statistics for high-dimensional data:</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

methods, theory and applications. Springer, 2011.

- Friedman, J., Hastie, T., and Tibshirani, R.: The elements of statistical learning. Springer, 2001.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., and Tibshirani, R.: An introduction to statistical learning. Springer, 2013.
- Vapnik, V.: Statistical learning theory. Wiley, 1998.
- Vapnik, V.: The nature of statistical learning theory. Springer, 2013.

|                                    |                              |                                  |                                                                |                  |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Links</b>                       |                              |                                  |                                                                |                  |
| <b>Unterrichtssprachen</b>         |                              | Deutsch, Englisch                |                                                                |                  |
| <b>Dauer in Semestern</b>          |                              | 1 Semester                       |                                                                |                  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>      |                              | unregelmäßig                     |                                                                |                  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>     |                              | unbegrenzt                       |                                                                |                  |
| <b>Hinweise</b>                    |                              | Studienschwerpunkt: C            |                                                                |                  |
| <b>Modulart</b>                    |                              | Wahlpflicht / Elective           |                                                                |                  |
| <b>Modullevel</b>                  |                              | MM (Mastermodul / Master module) |                                                                |                  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>              |                              | Vorlesung + Übung                |                                                                |                  |
| Prüfung                            | Prüfungszeiten               |                                  | Prüfungsform                                                   |                  |
| <b>Gesamtmodul</b>                 | nach Ende der Vorlesungszeit |                                  | Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ) |                  |
| Lehrveranstaltungsform             | Kommentar                    | SWS                              | Angebotsrhythmus                                               | Workload Präsenz |
| Vorlesung                          |                              | 3                                | SoSe oder WiSe                                                 | 42               |
| Übung                              |                              | 1                                | SoSe oder WiSe                                                 | 14               |
| <b>Präsenzzeit Modul insgesamt</b> |                              |                                  |                                                                | 56 h             |

## mat870 - Hauptseminar in Statistik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar in Statistik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat870                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li><li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li><li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li><li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li><li>• Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li><li>• Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li><li>• Befähigung zur selbständigen Erschließung eines fortgeschrittenen statistischen Teilgebiets durch Ausarbeitung und angemessene Präsentation. Die Studierenden erlernen auch die praktische Anwendung des Erarbeiteten.</li></ul> <p>digitale Souveränität</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• reflektierter Einsatz digitaler Werkzeuge bei:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Präsentation in Seminaren</li><li>◦ der wissenschaftlichen Recherche</li></ul></li><li>• alltäglicher Umgang mit<ul style="list-style-type: none"><li>◦ digitalen Kommunikationswerkzeugen (Mail, BBB, ...)</li><li>◦ Sicherungskonzepten/Backups</li><li>◦ Nutzung von (Uni-)Cloud-Diensten zum Austausch und zur Kollaboration</li><li>◦ Versionskontrolle beim Verfassen von wissenschaftlichen Texten und Code (git, svn)</li></ul></li><li>• mathematikspezifische Aspekte von Digitalisierung je nach Seminar-Thema:<ul style="list-style-type: none"><li>◦ mathematiknahe Programmierung in R</li><li>◦ Strategien für ein explizites Mitführen/Kontrollieren von Fehlern/Unsicherheit</li><li>◦ Strategien zum Umgang mit Ausreißern/Datenrobustheit<ul style="list-style-type: none"><li>▪ stochastische Simulation</li><li>▪ erste Erfahrungen mit Client-Server-Architekturen/Compute Clustern/Cloud-Rechnern zum Lösen großer Probleme</li></ul></li><li>◦ Umgang mit großen Datenbanken</li></ul></li></ul> |              |
| <b>Modulinhalte</b>              | Seminarthemen zu aktuellen Fragestellungen aus der angewandten Statistik anhand von Originalarbeiten in Abstimmung mit den Studierenden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | wird in einer entsprechenden Vorbesprechung vereinbart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
| <b>Unterrichtssprachen</b>       | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Prüfungsform |

---

| Prüfung                       | Prüfungszeiten | Prüfungsform                                     |
|-------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|
| <b>Gesamtmodul</b>            |                | Seminar-Vortrag und Präsentation einer Anwendung |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b> | Seminar        |                                                  |
| <b>SWS</b>                    | 2              |                                                  |
| <b>Angebotsrhythmus</b>       | --             |                                                  |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>   | 28 h           |                                                  |

## mat875 - Hauptseminar in Versicherungsmathematik/Stochastik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar in Versicherungsmathematik/Stochastik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat875                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |  |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |  |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |  |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>• May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>• Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |  |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li> <li>• Befähigung zur selbständigen Erschließung eines Themengebiets der Stochastik/Versicherungsmathematik durch Ausarbeitung und angemessene Präsentation. Die Studierenden vertiefen damit ihre Kompetenz, sich ein für sie neues mathematisches Teilgebiet zu erschließen und dieses in einem Vortrag zu vermitteln.</li> </ul> |                                                     |  |
| <b>Modulinhalte</b>              | ausgewählte Themen aus Stochastik und Versicherungsmathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     |  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | je nach gewähltem Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |  |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |  |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |  |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |  |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |  |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |  |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfungsform                                        |  |
| <b>Gesamtmodul</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | R (Referat: Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung) |  |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |  |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |  |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |  |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |  |

## mat880 - Hauptseminar in Finanzmathematik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |  |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Hauptseminar in Finanzmathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |  |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat880                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     |  |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     |  |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |  |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |  |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |  |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</li> <li>Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte</li> <li>Befähigung zur selbständigen Erschließung eines anwendungsbezogenen Teilgebiets aus der stochastischen Finanzmathematik oder der quantitativen Risikoanalyse durch Ausarbeitung und angemessene Präsentation sowie eigene Simulation. Die Studierenden vertiefen dadurch ihre Kompetenz zur schriftlichen und mündlichen Darstellung von Mathematik.</li> </ul> |                                                     |  |
| <b>Modulinhalte</b>              | ausgewählte Themen aus Finanzmathematik, Asset Liability Management oder quantitativer Risikoanalyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |  |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     | je nach gewähltem Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |  |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |  |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |  |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |  |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | regelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |  |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |  |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |  |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     |  |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |  |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |  |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Prüfungsform                                        |  |
| <b>Gesamtmodul</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | R (Referat: Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung) |  |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                     |  |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |  |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |  |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |  |

## mat905 - Spezielle Themen der Mathematik

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Spezielle Themen der Mathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
| <b>Modulkürzel</b>               | mat905                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                        |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 6.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                        |
| <b>Workload</b>                  | 180 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                        |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Mathematik, Lehrende (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                        |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</li> <li>• Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens sowohl durch breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>• Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte eines speziellen Themenbereiches der Mathematik und ihrer Anwendungen</li> <li>• Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in einem ausgewählten Kapitel in der aktuellen Forschung eines speziellen Themenbereiches der Mathematik und ihrer Anwendungen</li> </ul> |                                                                                                                                        |
| <b>Modulinhalte</b>              | Die Inhalte werden je nach Wahl des Themenbereiches festgelegt und vor Veranstaltungsbeginn zur Verfügung gestellt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                        |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                        |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | unregelmäßig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                        |
| <b>Hinweise</b>                  | Studienschwerpunkt: A, B, C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                        |
| <b>Modulart</b>                  | Wahlpflicht / Elective                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                        |
| <b>Modullevel</b>                | MM (Mastermodul / Master module)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Vorlesung + Übung oder Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                        |
| Prüfung                          | Prüfungszeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Prüfungsform                                                                                                                           |
| <b>Gesamtmodul</b>               | nach Ende der Vorlesungszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | bei Ausgestaltung als VL + Ü: Klausur oder mündliche Prüfung oder Fachpraktische Übung (KMÜ),<br>bei Ausgestaltung als SE: Referat (R) |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | VA-Auswahl<br>(<br>Vorlesung und Übung oder Seminar<br>)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                        |
| <b>SWS</b>                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                        |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                        |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 56 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                        |

---

## pb - Professionalisierung

|                           |                                                                                              |              |    |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|
| Modulbezeichnung          | Professionalisierung                                                                         |              |    |
| Modulkürzel               | pb                                                                                           |              |    |
| Kreditpunkte              | 6.0 KP                                                                                       |              |    |
| Workload                  | 180 h                                                                                        |              |    |
| Verwendbarkeit des Moduls | <ul style="list-style-type: none"><li>Master Mathematik (Master) &gt; Mastermodule</li></ul> |              |    |
| Zuständige Personen       |                                                                                              |              |    |
| Teilnahmevoraussetzungen  |                                                                                              |              |    |
| Kompetenzziele            |                                                                                              |              |    |
| Modulinhalte              |                                                                                              |              |    |
| Literaturempfehlungen     |                                                                                              |              |    |
| Links                     |                                                                                              |              |    |
| Unterrichtssprachen       |                                                                                              |              |    |
| Dauer in Semestern        | 1 Semester                                                                                   |              |    |
| Angebotsrhythmus Modul    |                                                                                              |              |    |
| Aufnahmekapazität Modul   | unbegrenzt                                                                                   |              |    |
| Prüfung                   | Prüfungszeiten                                                                               | Prüfungsform |    |
| Gesamtmodul               |                                                                                              |              | KL |
| Lehrveranstaltungsform    | Seminar                                                                                      |              |    |
| Angebotsrhythmus          |                                                                                              |              |    |

# Abschlussmodul

## mam - Masterarbeitsmodul

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Modulbezeichnung</b>          | Masterarbeitsmodul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| <b>Modulkürzel</b>               | mam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Kreditpunkte</b>              | 30.0 KP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>Workload</b>                  | 900 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| <b>Verwendbarkeit des Moduls</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Mathematik (Master) &gt; Abschlussmodul</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| <b>Zuständige Personen</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chernov, Alexey (Modulverantwortung)</li> <li>Christiansen, Marcus (Modulverantwortung)</li> <li>Frühbis-Krüger, Anne (Modulverantwortung)</li> <li>Ruckdeschel, Peter (Modulverantwortung)</li> <li>Grieser, Daniel (Modulverantwortung)</li> <li>Heß, Florian (Modulverantwortung)</li> <li>May, Angelika (Modulverantwortung)</li> <li>Pankrashkin, Konstantin (Modulverantwortung)</li> <li>Stein, Andreas (Modulverantwortung)</li> <li>Uecker, Hannes (Modulverantwortung)</li> <li>Vertman, Boris (Modulverantwortung)</li> <li>Wrobel, Milena (Modulverantwortung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
| <b>Kompetenzziele</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeit zu Wissenstransfer von einem Kontext zu einem anderen</li> <li>- Selbstständige Erarbeitung eines grundlegenden für die Mathematik relevanten Themas</li> <li>- Fähigkeit zu Analyse und Synthese vertiefter mathematischer Resultate</li> <li>- Erarbeitung und Anwendung geeigneter mathematischer Prozesse zur Lösung von Problemen</li> <li>- Zusammenfassung und mathematische Formulierung komplexer Probleme</li> <li>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</li> <li>- Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> <li>- Wissenschaftlich-methodische Bearbeitung mathematischer Themenbereiche der Forschung</li> <li>- Fähigkeit, mathematische Argumente und deren Schlussfolgerungen klar und präzise vorzutragen</li> <li>- Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und Vertiefung rhetorischer Fähigkeiten</li> </ul> |                     |
| <b>Modulinhalte</b>              | Anleitung zur wissenschaftlichen Arbeit, Einarbeitung in den Kontext des zu behandelnden Problems.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| <b>Literaturempfehlungen</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
| <b>Links</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |
| <b>Unterrichtsprachen</b>        | Deutsch, Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Dauer in Semestern</b>        | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Angebotsrhythmus Modul</b>    | halbjährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| <b>Aufnahmekapazität Modul</b>   | unbegrenzt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Modulart</b>                  | Pflicht / Mandatory                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Modullevel</b>                | Abschlussmodul (Abschlussmodul / Conclude)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| <b>Lehr-/Lernform</b>            | Seminar + Selbstlernphase während der Anfertigung der Masterarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| <b>Prüfung</b>                   | <b>Prüfungszeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Prüfungsform</b> |
| <b>Gesamtmodul</b>               | 6 Monate nach Ausgabe des Themas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Masterarbeit        |
| <b>Lehrveranstaltungsform</b>    | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| <b>SWS</b>                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| <b>Angebotsrhythmus</b>          | SoSe und WiSe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |
| <b>Workload Präsenzzeit</b>      | 28 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |

