**Modulhandbuch**

# Engineering Physics - Master-Studiengang

**im Sommersemester 2020**

**erstellt am 29.03.2024**

**phy611 - Theoretical Methods** . . . . . 6
**phy631 - Advanced Metrology** . . . . . 9
**phy640 - Seminar Advanced Topics in Engineering Physics** . . . . . 11
**phy681 - Tools and Skills for Engineering Sciences** . . . . . 12
**phy691 - Advanced Research Project (Preparation Master Thesis)** . . . . . 14
**phy602 - Advanced Nuclear & Particle Physics** . . . . . 16
**phy603 - Fluid Dynamics** . . . . . 17
**phy607 - Selected Topics in Advanced Physics** . . . . . 18
**phy633 - Optics** . . . . . 19
**bio279 - Grundlagen der Physiologie** . . . . . 20
**phy614 - Personalized Medicine** . . . . . 21
**phy678 - Processing and analysis of biomedical data** . . . . . 22
**phy685 - Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics** . . . . . 23
**phy686 - Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics** . . . . . 25
**phy698 - Selected Topics on Medical Radiation Physics** . . . . . 26
**phy608 - Medical Optics** . . . . . 28
**phy632 - Spectrophysics** . . . . . 30
**phy634 - Biophotonics and Spectroscopy** . . . . . 31
**phy637 - Laser Design and Beam Guiding** . . . . . 33
**phy638 - Laser Material Processing** . . . . . 34
**phy682 - Advanced Engineering Topics in Laser and Optics** . . . . . 35

**phy683 - Advanced Topics in Laser and Optics** . . . . . 36
**phy600 - Photonics** . . . . . 37
**inf511 - Smart Grid Management** . . . . . 38
**phy609 - Photovoltaic Physics** . . . . . 40
**phy616 - Computational Fluid Dynamics** . . . . . 41
**phy641 - Energy Resources & Systems** . . . . . 43
**phy644 - Wind Energy Physics, Data & Analysis** . . . . . 45
**phy646 - Wind Physics Student's Lab** . . . . . 47
**phy647 - Future Power Supply Systems** . . . . . 49
**phy648 - Wind Resources and their Applications** . . . . . 51
**phy649 - Design of Wind Energy Systems** . . . . . 54
**phy687 - Advanced Engineering Topics in Renewable Energies** . . . . . 56
**phy689 - Advanced Topics in Renewable Energies** . . . . . 57
**phy984 - Advanced Energy Materials** . . . . . 58
**phy987 - Control of Wind Turbines and Wind Farms** . . . . . 59
**pre022 - Solar Energy** . . . . . 61
**pre113 - Photovoltaic Systems** . . . . . 64
**pre114 - Solar Energy Meteorology** . . . . . 67
**phy616 - Computational Fluid Dynamics** . . . . . 69
**phy659 - Introduction to Micro Meteorology for Wind Energy** . . . . . 71
**phy670 - Fluiddynamics II/Wind Energy Meterology** . . . . . 72
**phy673 - Diffusions and Stochastic Differential Equations** . . . . . 73
**phy674 - Turbulent Flows** . . . . . 74

**phy684 - Wind Turbine Technology and Aerodynamics** . . . . . 75
**phy688 - Planning and Development of Wind Farms** . . . . . 76
**phy692 - Research Project European Wind Energy Master** . . . . . 77
**phy991 - Stochastic Processes** . . . . . 78
**phy992 - Time Series Analysis** . . . . . 79
**phy993 - Advanced Time Series Analysis** . . . . . 80
**phy994 - Optimization and Data Fitting** . . . . . 81
**phy995 - Physics of Sustainable Energy** . . . . . 82
**phy996 - Offshore Wind Energy** . . . . . 83
**phy997 - Wind Turbine Measurement Techniques** . . . . . 84
**phy998 - Probabilistic Methods in Wind Energy** . . . . . 85
**phy621 - Advanced Engineering Topics in Wind Energy** . . . . . 86
**phy622 - Advanced Topics in Wind Energy** . . . . . 87
**phy645 - Wind Physics Measurement Project** . . . . . 88
**phy985 - Stochastic Processes in Experiments** . . . . . 89
**phy629 - Optimization in modern Power Systems** . . . . . 90
**phy675 - Integration of Wind Power in the Power System** . . . . . 91
**phy981 - HardTech Entrepreneurship** . . . . . 92
**phy986 - System Safety and Reliability Engineering** . . . . . 93
**phy623 - Advanced Wind Energy Meteorology** . . . . . 94
**phy625 - Deep Learning** . . . . . 95
**phy626 - Introduction to Dynamical Systems** . . . . . 96
**phy988 - Introduction to Machine Learning and Data Mining** . . . . . 97

**phy605 - Digital Signal Processing** ..... 98
**phy677 - Speech processing** ..... 100
**phy679 - Acoustics** ..... 101
**phy685 - Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics** ..... 102
**phy686 - Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics** ..... 104
**phy694 - Machine Learning II** ..... 105
**phy696 - Advanced Topics Speech and Audio Processing** ..... 107
**mam - Masterarbeitsmodul** ..... 108

# Pflichtmodule

## phy611 - Theoretical Methods

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Theoretical Methods |
| **Modulkürzel** | phy611 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h ( 180 h ) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule |
| **Zuständige Personen** | • Cocchi, Caterina (Modulverantwortung)<br>• Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Cocchi, Caterina (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Hartmann, Alexander (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Kunz-Drolshagen, Jutta (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Strybny, Jann (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | basic programming skills (matlab, python, C/C++) |
| **Kompetenzziele** | The goal of this module is to extend the training in theoretical methods for engineering physics through the acquisition of solid and in-depth knowledge of advanced concepts and through their practice with computer simulations. Depending on the chosen course, the students will have the opportunity to strengthen their knowledge in quantum material modelling (Density-functional theory), signal processing, fluid dynamics (Modelling and Simulation), computational physics, and machine learning. In this way, they will develop skills to relate the conceptual design of models, their numerical implementation, and the physical analysis of the produced data, with the results of field and/or laboratory measurements. |
| **Modulinhalte** | *Computer Physics*<br><br>Debugging; data structures; algorithms; random numbers; data analysis; percolation; Monte Carlo simulations; finite-size scaling; quantum Monte Carlo; molecular dynamics simulations; event-driven simulations; graphs and algorithms; genetic algorithms; optimization problems.<br><br>*Density-functional theory*<br><br>The many-body problem; the Hartree-Fock approximation; Homogeneous electron gas; Hohenberg-Kohn theorems; Kohn-Sham equations; exchange-correlation potentials; pseudopotentials; basis sets.<br><br>*Machine learning*<br><br>Unsupervised learning methods; algorithms for clustering, classification, component extraction, feature learning, blind source separation and dimensionality reduction; Relations to neural network models; learning in biological systems.<br><br>*Modelling and Simulation*<br><br>Advanced fluid dynamics including 3D, transient and compressible processes; Theory of similarity, range of dimensionless numbers; Potential Theory; |

Numerical Algorithms and possibilities of independent coding of simplest mathematical models; Introduction of a complete chain of Open-Source-CFD-Tools; Contactless high-resolving measuring techniques in the fluid dynamics.

*Signal processing*

System properties; Discrete-time signal processing; Statistical signal processing; Adaptive filters.

**Literaturempfehlungen**

*Computer Physics*

- T. H. Cormen, S. Clifford, C.E. Leiserson, und R.L. Rivest: Introduction to Algorithms. MIT Press, 2001;

- K. Hartmann: Practical guide to computer simulation. World- Scientific, 2009;

- J. M. Thijssen: Computational Physics. Cambridge University Press, 2007;

- M. Newman, G. T. Barkema: Monte Carlo Methods in Statistical Physics. Oxford University Press, 1999.

*Density-functional theory*

- R. Martin, Electronic Structure, Cambridge University Press (2004);

- F. Bechstedt, Many-body approach to electronic excitations, Springer (2015);

- F. Giustino, Materials modelling using density functional theory, Oxford University Press (2014).

*Machine learning*

- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006;

- D. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge *Computer Physics*

- T. H. Cormen, S. Clifford, C.E. Leiserson, und R.L. Rivest: Introduction to Algorith

- K. Hartmann: Practical guide to computer simulation. World- Scientific, 2009;

- J. M. Thijssen: Computational Physics. Cambridge University Press, 2007;

- M. Newman, G. T. Barkema: Monte Carlo Methods in Statistical Physics. Oxford U

*Density-functional theory*

- R. Martin, Electronic Structure, Cambridge University Press (2004);

- F. Bechstedt, Many-body approach to electronic excitations, Springer (2015);

- F. Giustino, Materials modelling using density functional theory, Oxford University

*Machine learning*

- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006;

- D. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge U

*Modelling and Simulation*

- Versteeg, K.H. , Malalasekera, W.: An Introduction to Computational Fluid Dynam

*Signal processing*

- A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hal

- J. G. Proakis, D. G. Manolakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms a

- S. Haykin, Adaptive Filter Theory, Pearson, 2013;

- P. P. Vaidyanathan, Multirate systems and lter banks, Prentice Hall, 1993;

- K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektral

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Links** | | | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | | Deutsch, Englisch | | |
| **Dauer in Semestern** | | | 1 Semester | | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | halbjährlich | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | | unbegrenzt | | |
| **Modulart** | | | Pflicht / Mandatory | | |
| **Lehr-/Lernform** | | | 1 Prüfung:<br>– Klausuren zwischen 90 Min. und 180 Min.,<br>– Mündliche Prüfung zwischen 20 Min. und 45 Min.,<br>– Referat zwischen 10 Seiten und 20 Seiten schriftlicher Auseinandersetzung und zwischen 15 Min. und 30 Min. Vortrag,<br>– Hausarbeit zwischen 15 und 30 Seiten | | |
| Prüfung | | Prüfungszeiten | | Prüfungsform | |
| **Gesamtmodul** | | | | Lectures (2 or 4 hours per week) / Exercises (1 or 2 hours per week) | |
| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
| Vorlesung | | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | | 56 h |

## phy631 - Advanced Metrology

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Metrology |
| **Modulkürzel** | phy631 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule |
| **Zuständige Personen** | • Huke, Philipp (Modulverantwortung)<br>• Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt)<br>• Huke, Philipp (Modulberatung) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | The course in Advanced Metrology sets up a high-level route enabling the students to acquire skills to allow them to operate e ectively in the majors of Engineering Physics.<br>This is achieved by provision of state-of-the-art technical and physical approaches covering broad aspects of advanced metrology. Experimental setups, simulations and signal analysis from experiments are explained within the context of Laser and optics, Biomedical physics and acoustics, and renewable energies.<br>Demonstrate systematic knowledge across appropriate advanced metrology technologies, management, and environmental issues to provide solutions for international industries and/or research organisations. |
| **Modulinhalte** | The module combines theory and practical applications of the fundaments of metrology in all majors. Fundamentals of Metrology,Dimensional Measurement Systems, Basic metrology operators including Association and Filtration, Optical Metrology and Instrumentation, Surface and Nanometrology, Machine Tool and Large Volume Metrology, Process Measurement and Control, Individual Project. |
| **Literaturempfehlungen** | Recent publications on specifc topics<br><br>D.L. Allen, D.W. Mills: Signal Analysis (Time, Frequency, Scale and Structure)<br><br>T. Yoshizawa (Ed.): Handbook of Optical Metrology: Principles and Applications, 2nd rev. ed., Crc Pr Inc., 2015 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 4 hrs/week first, 2 hrs/week second half of semester<br>Experimental /Seminar work: 0 hrs/week first, 2 hrs/week second half of semester |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Internship report: Between 15 and 30 pages or Written<br>examination: 120 minutes |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| VA-Auswahl (Specialization Biomedical Physics) | | 4 | WiSe | 56 |
| VA-Auswahl (Specialization Acoustics) | | 2 | WiSe | 28 |
| VA-Auswahl (Specialization Renewable Energies) | | 2 | WiSe | 28 |
| VA-Auswahl (Specialization Laser & Optics) | | 2 | WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 140 h |

## phy640 - Seminar Advanced Topics in Engineering Physics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Seminar Advanced Topics in Engineering Physics |
| **Modulkürzel** | phy640 |
| **Kreditpunkte** | 3.0 KP |
| **Workload** | 90 h<br>(<br>Attendance: 28 hrs, Self study: 62 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Herráez, Iván (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Participation: 1st -3rd semester. Presentation: Master thesis work in progress or finished; at least one successfully completed specialization module. |
| **Kompetenzziele** | The students are enabled to demonstrate the ability to communicate clearly, both orally and in writing, to specialist and non-specialist audiences. Demonstrate knowledge, fundamental understanding and critical awareness of current research fields in the student`s master projects. Personal development through practice of communication, presentation, time management, teamwork, problem solving, project management, critical evaluation, numeracy, and IT skills. |
| **Modulinhalte** | Current seminar topics |
| **Literaturempfehlungen** | M. Alley: The Craft of Scientific Presentations, Springer, 2nd ed., 2013<br>Publications according to seminar topics |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | halbjährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Seminar: 2 hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Participation: 1st - 3rd semester. Presentation: Master thesis work in progress or finished; at least one successfully completed specialization module. |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Presentation (45 min) and regular active and documented participation in the seminar spread over the first three semesters |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **Angebotsrhythmus** | -- |

## phy681 - Tools and Skills for Engineering Sciences

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Tools and Skills for Engineering Sciences |
| **Modulkürzel** | phy681 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 28 hrs, Self study: 152 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule |
| **Zuständige Personen** | • Huke, Philipp (Modulverantwortung)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt)<br>• Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Petrovic, Vlaho (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Reck, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Schellenberg, Markus (Prüfungsberechtigt)<br>• Schüning, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt)<br>• Silies, Martin (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Acc. selected course |
| **Kompetenzziele** | The aim of the module is that the students are qualified to plan, setup, conduct and successfully complete scientific or industrial-driven projects. Therefore, the students use the (physical) understanding of the process in question, derive and realize a solution with their necessary engineering skills and document the results properly |
| **Modulinhalte** | Projects may include design of laser systems (solid-state, gas, diode lasers with ultrashort-pulses, tunability, lownoise frequency-stabilization) as well as conceptual setups in photonics and fiber technologies. One of the major topics is planning, management and conduction of a project<br>from idea to realization.<br><br>The excursion to the fair "LASER World of PHOTONICS" in Munich is part of the course 5.04.4671 - Tools in Advanced Photonics. |
| **Literaturempfehlungen** | - Projektportfolio-Management : Strategisches und operatives Multi-Projektmanagement in der Praxis; Matthias Hirzel [Hrsg.] ; Wolfgang Alter [Hrsg.] ; Cornelia Niklas [Hrsg.] 4., überarbeitete und erweiterte Auflage., Wiesbaden : Springer Gabler, 2019<br>- Project management 2.0 : leveraging tools, distributed collaboration, and metrics for project success Harold Kerzner Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2015<br>- The Decision Book: Fifty models for strategic thinking (New Edition) (English Edition) Lasers, Siegman, 13. Auflage, ISBN: 978-0935702118 |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | halbjährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht |
| **Modullevel** | MM-PB (Professionalisierungsbereichsmodul im Master) |
| **Lehr-/Lernform** | Seminar: 2hrs/week; Excersise: 2hrs/week |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Internship report: Between 15 and 30 pages |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Praktikum | | 1 | SoSe oder WiSe | 14 |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 98 h |

## phy691 - Advanced Research Project (Preparation Master Thesis)

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Research Project (Preparation Master Thesis) |
| **Modulkürzel** | phy691 |
| **Kreditpunkte** | 15.0 KP |
| **Workload** | 450 h<br>(<br>Attendance: 320 hrs, Self study: 130 hrs<br>Project work: 40 hours/week or part time<br><br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Gülker, Gerd (Prüfungsberechtigt)<br>• Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt)<br>• Knecht, Robin (Prüfungsberechtigt)<br>• Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)<br>• Holtorf, Hans-Gerhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Cocchi, Caterina (Prüfungsberechtigt)<br>• Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Doerner, Karl-Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Drolshagen, Gerhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Englert, Lars (Prüfungsberechtigt)<br>• Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt)<br>• Fatikow, Sergej (Prüfungsberechtigt)<br>• Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt)<br>• Hartmann, Alexander (Prüfungsberechtigt)<br>• Herráez, Iván (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt)<br>• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Lehnhoff, Sebastian (Prüfungsberechtigt)<br>• Kunz-Drolshagen, Jutta (Prüfungsberechtigt)<br>• Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt)<br>• Looe, Hui Khee (Prüfungsberechtigt)<br>• Nilius, Niklas (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt)<br>• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Pehlken, Alexandra (Prüfungsberechtigt)<br>• Schneider, Christian (Prüfungsberechtigt)<br>• Reck, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Ruehmann, Antje (Prüfungsberechtigt)<br>• Schellenberg, Markus (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Silies, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt)<br>• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt)<br>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)<br>• Wollenhaupt, Matthias (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Sound knowledge in the specialisation field of Master thesis |
| **Kompetenzziele** | Students are able to search for and to state an adequate research problem in the field of the working group or industry (problem should be related to the topics covered in the masters programme). They are capable to derive |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | research questions based on the statement of the problem and prepare an elaborated research proposal yielding lab work that serves as the preliminary study for the Master's Thesis.<br>Students are in a position to develop the specialised bases (detailed theoretical background of the topic, ample and critically annotated literature review, research objectives and research question(s), fully developed methods section, sketched workplan) of the Master's Thesis Project in terms of content and style in such a way that they form a sound basis for a successful Master's Thesis.<br>Students gain expertise<br>in workflow optimization, data collection and data analysis. Independent management and transformation of a complex and unpredictable problem from the general field of study contexts of the Master degree program \Engineering Physics" (including related subject areas) utilizing scientific state-pf-the-art research methods. |
| **Modulinhalte** | | Independent research for the definition of a physics and engineering solution to a problem in the chosen field. Specialized knowledge of a subject area as foundation for the student's research. The assignment of specific tasks will be given after consulting the responsible lecturers and is depending upon the current research profile. The Advanced research project (preliminary study to the Master's thesis) forms the basis of the Master's Thesis Project and must contain the following aspects: - Detailed theoretical background<br>of the topic - Ample and critically annotated literature review - Research objectives and research question(s) - Fully developed methods section - Draft of a fully formed table of contents |
| **Literaturempfehlungen** | | Acc. Research eld, Recent publications on specific topics |
| **Links** | | |
| **Unterrichtsprachen** | | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt |
| **Modulart** | | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | | Project work / 40 hours/week |
| **Vorkenntnisse** | | Sound knowledge in the specialisation field of Master thesis |
| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | home work: between 15 and 30 pages or presentation: between 20 and 45 minutes |
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar | |
| **Angebotsrhythmus** | | |

# Advanced Physics

## phy602 - Advanced Nuclear & Particle Physics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Nuclear & Particle Physics |
| **Modulkürzel** | phy602 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics |
| **Zuständige Personen** | • Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Drolshagen, Gerhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Looe, Hui Khee (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic lectures in physics / engineering |
| **Kompetenzziele** | Hochenergiestrahlenphysik: Grundlegendes Verständnis der physikalischen Grundlagen der Hochenergie-Strahlenphysik (im Energiebereich ab ca. 106 eV). Die Studierenden sollen die universellen Ansätze der physikalischen Beschreibung der Erzeugung, Beschleunigung, Wechselwirkung und Detektion hochenergetischer Strahlung disziplinübergreifend kennen lernen.<br>Space Environment: Basic understanding of the main components of the near-Earth space environment. The students shall become familiar with die different types of radiation and particles in space, their physical characteristics and their effects on hardware and humans in space. The interdisciplinary nature of these topics shall become clear. |
| **Modulinhalte** | Hochenergiestrahlenphysik: Grundlagen der Hochenergie-Strahlenphysik, Strahlenarten in Umwelt, Kosmos und Medizin, Kosmische Strahlung, Grundlagen der Astroteilchenphysik, irdische und kosmische Beschleuniger, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Detektionsmechanismen und Dosimetrie, Technische Realisierungen zur Beschleunigung und Detektion.<br>Space Environment: Overview of radiation and particles in space and their energy ranges. The upper Earth atmosphere, the spectrum of the sun and its variability, plasma, solar- terrestrial interactions, the radiation belts of Earth, cosmic rays, meteoroids and meteors, near-Earth objects, space debris. Effects and potential protection measures. |
| **Literaturempfehlungen** | H. Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer Verlag, Wiesbaden, 2013; Grupen: Astroparticle Physics, Springer Verlag, Heidelberg, 2005; Falkenburg, Rhode (Eds.): From Ultra Rays to Astroparticles, Springer Verlag, Heidelberg, 2012 |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | 2 Vorleseungen: 2 SWS + 2 SWS |
| **Vorkenntnisse** | Basic lectures in physics / engineering |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy603 - Fluid Dynamics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Fluid Dynamics |
| **Modulkürzel** | phy603 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 84 hrs, Self study: 96 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics |
| **Zuständige Personen** | • Peinke, Joachim (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | Fundamental knowledge and comprehension on the movement of fluids |
| **Modulinhalte** | Fluid Dynamics I:<br>Basic equations: Navier-Stokes-equation, Continuity- equation, Bernoulli-equation; Vortex- equation { and Energy balance equations; laminar ows and stability analysis; exact solutions, application of basic equations<br><br>Fluid Dynamics II:<br>Reynolds-equation, "closing problem" of turbulence: Turbulence models: Cascade models, Stsochastic models |
| **Literaturempfehlungen** | J. Spurk, N. Aksel: Fluid Mechanics, Springer<br>D. J. Tritton: Physical Fluid dynamics. Clarendon Press, Oxford, 2003 G. K. Batchelor: An introduction to fluid dynamics. Cambridge University Press, Cambridge, 2002 U. Frisch: Turbulence: the legacy of A. N. Kolmogorov. Cambridge University Press, Cambridge, 2001 J. Mathieu, J. Scott: An introduction to turbulent ow. Cambridge University Press, Cambridge, 2000 P.A. Davidson: turbulence Oxford 2004 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Hinweise** | Unterrichtssprache: English. German on demand, if no international students participate |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week; Excersise: 2hrs/week |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Klausur |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy607 - Selected Topics in Advanced Physics

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Selected Topics in Advanced Physics | | |
| **Modulkürzel** | phy607 | | |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP | | |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) | | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics | | |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Gülker, Gerd (Prüfungsberechtigt)<br>• Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt)<br>• Nilius, Niklas (Prüfungsberechtigt) | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Related to selected course/s | | |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific physics skills. | | |
| **Modulinhalte** | Photonics, Optics, Metrology | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch | | |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester | | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommer- oder Wintersemester | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt | | |
| **Hinweise** | This module offers special as well as advanced courses in Advanced Physics. The list of eligible courses will be updated each academic year. Please refer to the courses listed for this module in Stud.IP. | | |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective | | |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) | | |
| **Lehr-/Lernform** | Related to selected course/s | | |
| **Vorkenntnisse** | Related to selected course/s | | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform | |
| **Gesamtmodul** | | Related to selected course/s | |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy633 - Optics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Optics |
| **Modulkürzel** | phy633 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics |
| **Zuständige Personen** | • Teubner, Ulrich (Modulverantwortung)<br>• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Electrodynamics |
| **Kompetenzziele** | The students acquire broad theoretical and experimental knowledge of optics together with the necessary physical background. In the laboratory they acquire practical skills during application of their knowledge from lecture. The module prepares the students to work in the field of optical science and engineering in general, and yields the base for all further specialisations within the field of optics and laser technology. |
| **Modulinhalte** | Fundamental and advanced concepts of optics. Topics include: reflection and refraction, optical properties of matter, polarisation, dielectric function and complex index of refraction, evanescent waves, dispersion and absorption of light, Seidel's abberations, Sellmeier's equations, optical systems, wave optics, Fourier analysis, wave packets, chirp, interference, interferometry, spatial and temporal coherence, diffraction (Huygens, Fraunhofer, Fresnel), focusing and optical resolution, brilliance, Fourier optics, optics at short wavelengths (extreme UV and X-rays) |
| **Literaturempfehlungen** | Born and Wolf: Principles of Optics (Cambridg Press);E.<br><br>Hecht: Optics (Addison-Wesley);<br><br>Pedrotti and Pedrotti: Introduction to Optics (Prentice-Hall); Saleh and Teich, Fundamentals of Photonics (Wiley);<br><br>all those books are also available in German |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Wintersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture plus Lab Part: 4 hrs/week |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | max 180 min written exam or 30 min oral exam or<br>Lab work with report | |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

# Schwerpunkt: Biomedical Physics

## bio279 - Grundlagen der Physiologie

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Grundlagen der Physiologie |
| **Modulkürzel** | bio279 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics<br>• Master of Education (Sonderpädagogik) Biologie (Master of Education) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Heyers, Dominik (Modulverantwortung)<br>• Köppl, Christine (Modulberatung)<br>• Dedek, Karin (Modulberatung)<br>• Heyers, Dominik (Prüfungsberechtigt)<br>• Köppl, Christine (Prüfungsberechtigt)<br>• Dedek, Karin (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | ++ biologische Fachkenntnisse ++ Kenntnisse biologischer Arbeitstechniken + biologierelevante naturwissenschaftliche/mathematische Grundkenntnisse + Statistik und wissenschaftliches Programmieren ++ Abstraktes, logisches, analytisches Denken + vertiefte Fachkompetenz in biologischem Spezialgebiet ++ Selbstständiges Lernen und (forschendes) Arbeiten + Teamfähigkeit<br>1. Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Zusammenhänge der Physiologie mit Schwerpunkt Humanphysiologie. Vermittlung des Zusammenhanges von Struktur und Funktion als wesentliches Basikonzept der Biologie; 2. Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen: Hypothesenbildung, Versuchsplanung, Versuchsdurchführung, Datensammlung, Interpretation, Fehleranalyse; 3. Anleitung zum eigenen, forschend-entdeckenden Experimentieren; Schaffen von Experimentiergelegenheiten. Reflektion des Experimentierens als Weg der Erkenntnisgewinnung |
| **Modulinhalte** | Der Vorlesungsstoff (Vorlesung: 5.02.271 - Physiologie der Tiere und des Menschen) umfasst die Gebiete Allgemeine Zellphysiologie, Sinnesphysiologie, Neuro- und Muskelphysiologie, vegetative Funktionen, Blut und Immunabwehr, Herz und Kreislauf, Regulation des inneren Milieus, sowie Atmung und Ernährung und Verdauung. In der Vorlesung steht die Physiologie des Menschen im Vordergrund. In der sich anschliessenden Übung werden eine Reihe von physiologischen Experimenten mit direktem Bezug zur Vorlesung durchgeführt. Anhand von Eigenversuchen sowie Simulationen am Computer erlernen die Teilnehmer Erkenntnisse zum Verständnis der physiologischen Vorgänge des eigenen Körpers. |
| **Literaturempfehlungen** | Klinke, Pape, Kurtz, Silbernagl: Physiologie, Aufl. 6, 2010 Schmidt, Lang, Heckmann: Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie, Aufl. 31, 2011 (sinnvolle Zusatzliteratur, falls verfügbar: Wehner, Gehring: Zoologie) |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Deutsch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht |
| **Lehr-/Lernform** | Vorlesung |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | innerhalb weniger Wochen nach Ende der WS-Vorlesungszeit | 1 Klausur |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | |

## phy614 - Personalized Medicine

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Personalized Medicine |
| **Modulkürzel** | phy614 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>attendance: 56 hrs, self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Schmidt, Thorsten (Modulverantwortung)<br>• Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Statistics, Computing |
| **Kompetenzziele** | Students should understand current high-throughput methods used in research and clinics. They should be aware of the advantages and challenges and should be able to judge and interpret the results. In addition, the students should accomplish a sound understanding of basic algorithms which are used to analyze big and complex data sets. They should be able to choose, use and interpret appropriate tools and methods. Finally, students should be able to address the limitations and prospects of big-data analyses in complex systems. |
| **Modulinhalte** | The lecture aims to provide an overview about current experimental high-throughput methods and bioinformatic algorithms to address the challenges of exponentially growing amounts of data. In addition to basic algorithms and methods like alignments, hidden markov models, Viterbi, graphs or protein-protein interaction networks, the lecture aims to gives an introduction to a data-driven view of disease biology |
| **Literaturempfehlungen** | Genomic and Personalized Medicine:<br><br>V1-2 Huntington F. Willard, Geoffrey S. Ginsburg; Academic Press; 2. Edition. (30. Oktober 2012);<br><br>Cancer Genomics:<br><br>From Bench to Personalized Medicine; Graham Dellaire, Jason Berman; Academic Press; 1. Edition (17. January 2014);<br><br>Systems Biology:<br><br>A Textbook; Eda Klipp et al (2009); Wiley-VCH Verlag GmbH, Co. KGaA; Auflage: 1. Edition; |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 4 hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Statistics, Computing |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Max. 3 hrs written exam or 30 min oral exam. Here, you will find information about the consideration of bonus points for module marks. |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy678 - Processing and analysis of biomedical data

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Processing and analysis of biomedical data |
| **Modulkürzel** | phy678 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic signal processing, algebra knowledge |
| **Kompetenzziele** | This course introduces basic concepts of statistics and signal processing and applies them to real-world examples of bio-medical data. In the second part of the course, recorded datasets are noise-reduced, analyzed, and discussed in views of which statistical tests and analysis methods are appropriate for the underlying data. The course forms a bridge between theory and application and offers the students the means and tools to set up and analyze their future datasets in a meaningful manner. |
| **Modulinhalte** | Normal distributions and significance testing, Monte Carlo bootstrap techniques, Linear regression, Correlation, Signal-to-noise estimation, Principal component analysis, Confidence intervals, Dipole source analysis, Analysis of variance Each technique is explained, tested and discussed in the exercises. |
| **Literaturempfehlungen** | Kirkwood B.R. and Sterne A.C., Essential Medical Statistics: 2nd edition. Blackwell Science. Oxford, 2003;<br><br>Cho, Z.H. and Singh J. P. J.M.: Foundations of Medical Imaging. John Wiley, New York, 1993;<br><br>Kutz, J.N. Data-Driven Modeling and Scientific Computation: Methods for complex systems and Big Data. Oxford University Press, Oxford, 2013 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week; Exersise: 2hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Basic signal processing, algebra knowledge |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Written examination: Between 90 and 180 minutes or Oral examination: Between 20 and 45 minutes |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy685 - Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics |
| **Modulkürzel** | phy685 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics<br>• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt)<br>• Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt)<br>• Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt)<br>• Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt)<br>• Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Depending on selected courses |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific engineering skills. The students acquire advanced knowledge and skills related to the engineering areas biomedical physics and acoustics. |
| **Modulinhalte** | Depending on selected courses |
| **Literaturempfehlungen** | Depending on selected courses |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | annual |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Hinweise** | This module o ers special as well as advanced engineering courses in Biomedical Physics and Acoustics. The list of eligible courses will be updated each academic year. Please refer to the courses listed for this module in Stud.IP. |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Depending on selected courses, one or two examinations |
| **Vorkenntnisse** | Depending on selected courses |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | One or two examinations depending on selected courses |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Praktikum | | 1 | SoSe oder WiSe | 14 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 126 h |

## phy686 - Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics |
| **Modulkürzel** | phy686 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics<br>• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt)<br>• Bitzer, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt)<br>• Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt)<br>• Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Depending on selected courses |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train speci c specialization skills. The students acquire advanced knowledge and skills related to the specialization areas biomedical physics and acoustics. |
| **Modulinhalte** | Depending on selected courses |
| **Literaturempfehlungen** | Depending on selected courses |
| **Links** | Depending on selected courses |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Depending on selected courses |
| **Vorkenntnisse** | Depending on selected courses |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Depending on selected courses, one or two examinations |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |
| Seminar | | | SoSe oder WiSe | 0 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy698 - Selected Topics on Medical Radiation Physics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Selected Topics on Medical Radiation Physics |
| **Modulkürzel** | phy698 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Looe, Hui Khee (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Ruehmann, Antje (Prüfungsberechtigt)<br>• Chofor, Ndimofor (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | 5.04.4242:<br><br>Neben den aktuellen Themen der Strahlenphysik erlernen die Studierenden den Umgang mit meist englischsprachigen Fachzeitschriften aus dem Bereich. Darüber hinaus werden Präsentationstechniken durch eigene Vorträge erlernt. Parallel zu der Veranstaltung wird die Verwendung eines Monte-Carlo Strahlungstransport-Codes (EGS) erlernt und somit die Fähigkeit vertieft, komplexe physikalische Modelle in eine Software umzusetzen.<br><br>5.04.4642:<br><br>Der Kurs vermittelt die Fähigkeit zum Verständnis grundlegender Anwendungen d er Strahlenphysik in der Medizin. Die Studierenden erweitern somit ihre Kompetenzen im Hinblick auf die Bewertung fächerübergreifender Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen. Sie erlernen zudem den selbständigen Umgang mit fremdsprachlicher Literatur.<br>. |
| **Modulinhalte** | 5.04.4242:<br><br>Aktuelle Themen aus der Medizinischen Strahlenphysik<br><br>wie: IMRT, NMR, PET, SPECT usw.;<br><br>5.04.4642:<br><br>Grundlagen der Strahlentherapie, Dosimetrie, Einfu¨uhrung<br><br>in die Strahlentherapie, Wechselwirkung von Strahlung<br><br>mit Materie, Elektronen, Photonen und Teilchenstrahlung,<br><br>mathematische Beschreibung von Dosisverteilungen in Absorbern, Detektoren und dosimetrische Protokolle, Grundlagen der Bestrahlungsplanung sowie Brachytherapie. |
| **Literaturempfehlungen** | 5.04.4242:<br><br>Aktuelle Themen aus der Medizinischen Strahlenphysik<br><br>wie: IMRT, NMR, PET, SPECT usw.;<br><br>5.04.4642:<br><br>Grundlagen der Strahlentherapie, Dosimetrie, Einführung in die Strahlentherapie, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Elektronen, Photonen und Teilchenstrahlung, mathematische Beschreibung von |

Dosisverteilungen in Absorbern, Detektoren und dosimetrische Protokolle, Grundlagen der Bestrahlungsplanung sowie Brachytherapie.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | jährlich | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| **Lehr-/Lernform** | | Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

# Schwerpunkt: Laser and Optics

## phy608 - Medical Optics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Medical Optics |
| **Modulkürzel** | phy608 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance:56 hours, Self study: 124 hours<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Medizin for Scientist , Optics, Laser Physics |
| **Kompetenzziele** | To provide advanced knowledge in the eld of medical optics and optical technologies in medicine as well as their theoretical background and experimental methods. Students will be scientifically competent positioned to critically follow current developments and initiate the design (development and design) of innovative optical applications in medicine. |
| **Modulinhalte** | Physiology and psychophysics of vision, theory of imaging systems, ophthalmic optics, lighting technology, photometry, vision in the workplace and in trac, optical measurements on patients, diagnostic and therapeutic laser applications, radiation protection (infrared, UV, laser), microscopy, di raction and subdi raction limited methods, optical spectroscopy, uorescence methods. |
| **Literaturempfehlungen** | Media:<br>Lecture script, transparencies, blackboard, electronic media, presentation, lecture practical demonstrations<br><br>Literature:<br>Bille, J., Schlegel, W.: Medizinische Physik 3. Medizinische Laserphysik. Springer, Berlin, 2005. ISBN: 3540266305<br><br>Faller, A., Schünke, M.: Der K¨orper des Menschen. Thieme Verlag, 2004.<br><br>Glaser, R.: Biophysics. Springer-Verlag, 2001 Dössel, O.: Bildgebende Verfahren in der Medizin. Springer-Verlag, 2000.<br><br>Hoppe,W., Lohmann, W., Markl, H., Ziegler, H. (Hrsg.): Biophysik. Springer-Verlag 1982<br><br>J. Kiefer: Biological Radiation Effects, Springer Verlag 1990 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture / 4 hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Medizin for Scientist , Optics, Laser Physics |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | max. 2hr written examination or max 1h oral examination or experimental work and laboratory reports or presentation or homework |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy632 - Spectrophysics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Spectrophysics |
| **Modulkürzel** | phy632 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 28 hrs, Self study: 62 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Schellenberg, Markus (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Atomic and Molecular Physics, Optical systems |
| **Kompetenzziele** | Students gain in depth theoretical as experimental knowledge on advanced optical spectroscopy applied to atomic and molecular systems. They are qualified in setting up innovative methods and measurement devices based on their expert competence in up-to-date research and development areas. The module prepares the students to work in the field of optical science and engineering in general, and yields the base for all further specialisations within the field of optics and laser technology. |
| **Modulinhalte** | Atomic structure and atomic spectra, molecular structure and molecular spectra, emission and absorption, width and shape of spectral lines, radiative transfer and transition probabilities, elementary plasma spectroscopy, experimental tools in spectroscopy, dispersive and interferometric spectrometers, light sources and detectors, laser spectroscopy, nonlinear spectroscopy, molecular spectroscopy, time resolved spectroscopy, coherent spectroscopy |
| **Literaturempfehlungen** | A. Thorne, U. Litzen, S. Johansson: Spectrophysics. Principles and Applications. Springer, 1999. ISBN 978-3540651178;<br><br>J.M. Hollas, M.J. Hollas: Modern Spectroscopy. Wiley, 2003. ISBN 978 0470844168;<br><br>S. Svanberg: Atomic and molecular spectroscopy. Basic aspects and practical applications. Springer, 2001.;<br><br>W. Demtröder, Laser Spectroscopy Vol. 1and2, Springer, 5nd ed. 2014 and 4th ed., 2008;<br><br>Saleh and Teich, Fundamentals of Photonics (Wiley); Recent publications on specific topic |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 3 hrs/week,Laboratory: 1 hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Atomic and Molecular Physics, Optical systems |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | max. 2hr written examination or max 1h oral examination or experimental work and laboratory reports or presentation or homework |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy634 - Biophotonics and Spectroscopy

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Biophotonics and Spectroscopy |
| **Modulkürzel** | phy634 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Schellenberg, Markus (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basics in optics and laser physics, in particular, fundamentals of optics and photonics; atomic and molecular physics; spectrophysics |
| **Kompetenzziele** | The students thoroughly deepen their knowledge on concepts of spectroscopy as well as on biophotonics, This module provides the theoretical background for analytical applications involving UV-Visible spectroscopy, atomic absorption, emission and laser based spectroscopies. The students develop a sound understanding of the principles and instrumentation of atomic and molecular spectroscopy with in depth applications to a wide range of environments e.g. analytical, biological, industrial, pharmaceutical, environmental. The students develop problem solving skills with reasoning based on theory underlying spectroscopy and photonics in biosciences and medicine thus providing a background to practical laboratory training. |
| **Modulinhalte** | Application of atomic and molecular spectroscopy at a wide range of fields, e.g. industrial, biosciences, microscopy, pharmaceutical, environmental, trace analysis: 1. Explain the mechanisms of and fundamental distinctions between molecular and atomic spectroscopy 2. Recognise the issues regarding sensitivity and selectivity of molecular and atomic spectroscopy 3. Evaluate the limitations and analytical issues associated with each method 3. Demonstrate analytical application of these atomic and molecular absorption and emission techniques 4. Discriminate the analytical challenges that can be appropriately solved by these spectroscopic techniques |
| **Literaturempfehlungen** | R. Noll: Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. Fundamentals and Applications. Springer, Berlin, 2012. ISBN: 978-3-642-20667-2;<br>S. Musazzi, U. Perini (Eds.): Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. Theory and Applications. Springer Series in Optical Sciences, Berlin, 2014. ISBN: 978-3-642-45084-6;<br>Braun, M., Gilch, P., Zinth, W.: Ultrashort Laser Pulses in Biology and Medicine. Springer Berlin; 2007. ISBN-13: 978-3540735656;<br>S. Svanberg: Atomic and molecular spectroscopy. Basic aspects and practical applications. Springer, 2004.; W. Demtröder, Laser Spectroscopy Vol. 1 and 2, Springer, 5nd ed. 2014 and 4th ed., 2008;<br>B. Di Bartolo, John Collins (Eds.): Biophotonics: Spectroscopy, Imaging, Sensing, and Manipulation. Springer Netherlands, 2011. ISBN: 978-90-481-9976-1;<br>W. Fritzsche, J. Popp (Eds.): Optical Nano- and Microsystems for Bioanalytics. Springer Series on Chemical Sensors and Biosensors, Berlin, 2012. ISBN: 978-3-642-25497-0;<br>Recent publications on specific topics |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommer- oder Wintersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2 hrs/week, Seminar: 2hrs/week |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | max. 2hr written examination or max 1h oral examination or experimental work and laboratory reports or presentation or homework |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy637 - Laser Design and Beam Guiding

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Laser Design and Beam Guiding | |
| **Modulkürzel** | | phy637 | |
| **Kreditpunkte** | | 6.0 KP | |
| **Workload** | | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics | |
| **Zuständige Personen** | | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | basic knowledge on optics and laser physics | |
| **Kompetenzziele** | | Students acquire advanced knowledge for the design of lasers and laser systems, they also understand the propagation of laser beams and their forming. | |
| **Modulinhalte** | | design of different laser types; physics of active and passive laser components; beams and resonators; lab work | |
| **Literaturempfehlungen** | | G. Reider, Photonics, 2016, Springer Verlag, Berlin; W. Koechner, Solid-State Laser Engineering, 6th. rev. 2006, Springer Verlag, Berlin; B. Struve, Einführung in die Lasertechnik, 2009, VDEVerlag, Berlin; Additional literature given in the lecture | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | Sommersemester | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| **Lehr-/Lernform** | | Lecture: 4 hrs/week , practical applications included in lecture | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | 2 hr written examination or 30 min oral examination or presentation (20 minutes) or homework (20 pages) |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy638 - Laser Material Processing

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Laser Material Processing |
| **Modulkürzel** | phy638 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Schüning, Thomas (Modulverantwortung)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Schüning, Thomas (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Knowledge in physics, optics, production engineering |
| **Kompetenzziele** | Fundamental knowledge of the characteristics of the laser beam, Knowledge of laser sources for industrial applications, knowledge of procedures of the material processing with laser beams Knowledge of the physical-technical procedures of the individual manufacturing processes with laser beams; Ability for the estimation of favorable working parameters; The participants should be able to understand the procedures of the material processing with laser beams and evaluate the tasks of manufacturing. |
| **Modulinhalte** | Overview of the interactions between laser beams and materials in laser material processing. Allocation of the processes in relation to production technology with the laser beam as a tool. Intensive treatment of the manufacturing processes with laser beams in terms of quality, speed and costs. The processes of cutting, joining, surface treatment and generative manufacturing are dealt with intensively using examples from industrial production. Within the framework of lecture-accompanied project work, the application technologies are processed, optimized and evaluated by the students in the laser laboratory. |
| **Literaturempfehlungen** | Script<br><br>William M. Steen: Laser Material Processing, Springer, 2010<br><br>J. Down, W. Schulz: The Theory of Laser Materials Processing, Springer, 2017 |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 4 hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Knowledge in physics, optics, production engineering |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Internship report between 15 and 30 pages or formal presentation between 10 and 20 pages report and between 15 and 30 minutes presentation or oral examination between 20 and 45 minutes |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy682 - Advanced Engineering Topics in Laser and Optics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Engineering Topics in Laser and Optics |
| **Modulkürzel** | phy682 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt)<br>• Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Related to selected course/s |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific engineering skills. |
| **Modulinhalte** | Photonics, Optics, Metrology |
| **Literaturempfehlungen** | Related to selected course/s |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommer- oder Wintersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Hinweise** | This module offers special as well as advanced engineering courses in Laser and Optics. The list of eligible courses will be updated each academic year. Please refer to the courses listed for this module in Stud.IP. |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Related to selected course/s |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Related to selected course/s |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Praktikum | | 1 | SoSe oder WiSe | 14 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 126 h |

## phy683 - Advanced Topics in Laser and Optics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Topics in Laser and Optics |
| **Modulkürzel** | phy683 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Neu, Walter (Modulverantwortung)<br>• Englert, Lars (Prüfungsberechtigt)<br>• Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt)<br>• Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Related to selected course/s |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific engineering skills. |
| **Modulinhalte** | Photonics, Optics, Metrology |
| **Literaturempfehlungen** | Related to selected course/s |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Englisch, Deutsch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommer- oder Wintersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Related to selected course/s |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy600 - Photonics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Photonics |
| **Modulkürzel** | phy600 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics |
| **Zuständige Personen** | • Teubner, Ulrich (Modulverantwortung)<br>• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt)<br>• Silies, Martin (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic knowledge on optics, electrodynamics and atomic physics |
| **Kompetenzziele** | Starting from basics, the module yields advanced knowledge of the physics of lasers, laser beams, different laser types, modulators and of interaction of optical radiation with matter. The second part of the course is related to imaging sensors and sensor systems which is of major importance everywhere in science and engineering. This course provides substantial background of the relevant physics and engineering methods. In the extended laboratory part, using modern imaging systems such as scientific and professional cameras, students get experience. |
| **Modulinhalte** | Fundamentals of lasers (optical gain, optical resonator, laser beams), laser types, laser safety; modern image sensors (CCD,CMOS, scientific sensors such as backside illuminated ones, XUV-detectors, MCP, etc.) are treated in detail, dynamic range and noise, optical imaging systems, basics of image processing.<br>The excursion to the fair "LASER World of PHOTONICS" in Munich is part of this course. |
| **Literaturempfehlungen** | C. Breck Hitz, J. J. Ewing, J. Hecht, Introduction to Laser Technology, 2012, Wiley Press;<br><br>G. Reider, Photonics, 2016, Springer Verlag; B. Struve, Einführung in die Lasertechnik, 2009, VDE Verlag;<br><br>U. Teubner, H.J. Bruckner: Optical Imaging and Photography (DeGruyter, Berlin); Further literature: Nakamura: Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Camera (CRC Taylor & Francis)<br><br>Original literature according indication during course |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 4 hrs/week , practical applications included in lecture |
| **Vorkenntnisse** | Basic knowledge on optics, electrodynamics and atomic physics |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | 2 hr written examination or 30 min oral examination or experimental work or homework or presentation |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

# Schwerpunkt: Renewable Energies

## inf511 - Smart Grid Management

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Smart Grid Management |
| **Modulkürzel** | inf511 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule<br>• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodule der Informatik |
| **Zuständige Personen** | • Lehnhoff, Sebastian (Modulverantwortung)<br>• Lehrenden, Die im Modul (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden die bestehenden Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie und deren Zusammenspiel und Abhängigkeiten untereinander verstehen. Sie sollen ein Verständnis für die notwendigen informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse zur Führung und zum Betrieb elektrischer Energiesysteme entwickeln und An- und Herausforderungen -- insbesondere an die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und für die Informatik -- abschätzen und bewerten können, die sich durch den Ausbau und die Integration unvorhersehbar fluktuierender dezentraler Erzeuger in das bestehende System ergeben. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, den Einfluss von verteilten Regelkonzepten und Algorithmen für dezentrale Erzeuger und Verbraucher in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme einzuschätzen und hinsichtlich der Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität zur analysieren. |
| **Kompetenzziele** | **Fachkompetenzen**<br>Die Studierenden<br>• benennen und erkennen die bestehenden Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie und deren Zusammenspiel und Abhängigkeiten untereinander<br>• benennen notwendigen informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse zur Führung und zum Betrieb elektrischer Energiesysteme<br>• bewerten An- und Herausforderungen die sich durch den Ausbau und die Integration unvorhersehbar fluktuierender dezentraler Erzeuger in das bestehende System ergeben<br>• schätzen den Einfluss von verteilten Regelkonzepten und Algorithmen für dezentrale Erzeuger und Verbraucher in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme ein<br><br>**Methodenkompetenzen**<br>Die Studierenden<br>• analysieren Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischen Energiesystemen<br>• verwenden weiterführende mathematische Methoden der Netzberechnung<br><br>**Sozialkompetenzen**<br>Die Studierenden<br>• erarbeiten in Kleingruppen Lösungen zu gegebenen Problemen<br>• diskutiert die eigenen Lösungen mit anderen<br><br>**Selbstkompetenzen**<br>Die Studierenden |

- reflektieren den eigenen Umgang mit der begrenzten Ressource Energie

| | |
|---|---|
| **Modulinhalte** | In dieser Veranstaltung sollen informationstechnische, energiewirtschaftliche sowie technische Grundbegriffe und Verfahren anhand konkreter Smart Grid-Ansätze herausgearbeitet und analysiert werden. Die grundlegenden Berechnungsverfahren für ein intelligentes Netzmanagement werden vorgestellt. Dieses Modul behandelt die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für einen zulässigen elektrischen Netzbetrieb sowie die mathematischen Modellierungsmethoden und Berechnungsverfahren zur Analyse von Betriebszuständen in elektrischen Energienetzen (im stationären Zustand). Im Einzelnen sind dies:<br>• Organisation des europäischen Energiemarktes (Regulatorischer Rahmen, Verantwortlichkeiten im liberalisierten elektrischen Energiesystem)<br>• Aufbau und Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze (Netztopologien, Versorgungsaufgabe, Netznutzungsentgelte, Versorgungsqualität/Systemdienstleistungen, Störfälle und Schutzsysteme)<br>• Netzberechnung (Komplexe Zeigerdarstellung, Wirk-/Blindleistung, mathematische Leistungsmodelle/Netzmodelle, Abbildungen: Knotenleistungen zur Knotenspannungen / -strömen, Berechnung von Leitungsströmen, Leistungsflussrechnung, Fixpunktiterationsverfahren, Newton-Raphson-Methode, Spannungsabfall, Trafomodell)<br>• Intelligentes Netzmanagement (Smart Grids), Aggregationsformen, Ansätze des maschinellen Lernens) |
| **Literaturempfehlungen** | • Konstantin, P.; Praxisbuch Energiewirtschaft, Springer 2006<br>• Schwab, A.; Elektroenergiesysteme, Springer 2009<br>• Kirtley, J.L.; Electric Power Principles, John Wiley & Sons, 2010<br>• Gremmel, H.; ABB Schaltanlagen-handbuch, Cornelsen 2007<br>• Lehnhoff, S.: Dezentrales vernetztes Energiemanagement, 2010<br>• Sutton, R.S.; Barto, A.G.: Reinforcement Learning, MIT Press 1998 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Lehr-/Lernform** | 1VL + 1Ü |
| **Vorkenntnisse** | keine |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | Ende des Semesters, Wiederholung O-Woche des kommenden Semesters | Mündliche Prüfung oder Klausur. |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 3 | SoSe | 42 |
| Übung | | 1 | SoSe | 14 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy609 - Photovoltaic Physics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Photovoltaic Physics |
| **Modulkürzel** | phy609 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt)<br>• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Solid-state-Pysics, semi-conductor Physics, Module RenewableEnergy Technologies I |
| **Kompetenzziele** | describe schematically the events around the pn-junction under bias in the dark and under illumination, calculate the width of the space charge region, use solar cell data sheets in their professional career, discuss the concepts of solar cell materials, design and optimization, choose a PV technology for a given project |
| **Modulinhalte** | This specialization module covers the physics of photovoltaics. The behaviour of solar cells is discussed from a fundamental physical point of view to explain the differences in performance and limits of various photovoltaic materials. Students learn how solar cells function, are designed and optimized, Optical and electronical properties of semiconductors, light absorption, Charge carrier generation/recombination/life time, Charge carrier transport across the pn-junction in equilibrium and under light and voltage bias, Transport equations, Current-voltage characteristics, efficiency, Quantum efficiency, Design concepts to optimize the efficiency, Overview of the most important PV technologies |
| **Literaturempfehlungen** | S. Hegedus, A. Luque, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, published John Wiley and Sons(2nd Edition 2011);<br><br>Christiana Honsberg and Stuart Bowden, PVCDROM, http://www.pveducation.org/pvcdrom/instructions, Access date 2.10.2014;<br><br>lecture notes for the respective courses |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | written exam between 90 and 180 minutes or presentation between 20 and 45 minutes or oral exam between 20 and 45 minutes or homework between 15 and 30 pages or internshipreport between 15 and 30 pages |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy616 - Computational Fluid Dynamics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Computational Fluid Dynamics |
| **Modulkürzel** | phy616 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master<br>• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Lukassen, Laura (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Fluid Dynamics I |
| **Kompetenzziele** | Deeper understanding of the fundamental equations of fluid dynamics. Overview of numerical methods for the solution of the fundamental equations of fluid dynamics. Confrontation with complex problems in fluiddynamics. To become acquainted with different, widely used CFD models that are used to study complex problems in fluid dynamics. Ability to apply these CFD models to certain defined problems and to critically evaluate the results of numerical models. |
| **Modulinhalte** | CFD I:<br><br>The Navier-Stokes equations, introduction to numerical methods, finite-differences, finite-volume methods, linear equation systems, turbulent flows, incompressible flows, compressible flows, efficiency and accuracy.<br><br>CFD II:<br><br>RANS, URANS, LES, DNS, filtering / averaging of Navier- Stokes equations, Introduction to different CFD models, Application of these CFD models to defined problems from rotor aerodynamics and the atmospheric boundary layer. |
| **Literaturempfehlungen** | J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002;<br>C. Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows: Introduction to the Fundamentals of CFD, Vol 1: Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, Amsterdam;<br>P. Sagaut, Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, Springer, Berlin, 1998;<br>J. Fröhlich, Large Eddy Simulationen turbulenter Strömungen, Teubner, Wiesbaden, 2006 (in German) |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week, Excersise: 2hrs/week |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | -Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung<br><br>Written examination: Between 90 and 180 minutes or Oral examination: Between 20 and 45 minutes or |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| | | 1 Term paper: Between 15 and 30 pages |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | VA-Auswahl (<br>Vorlesungen oder Praktikum oder Seminar<br>) |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy641 - Energy Resources & Systems

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Energy Resources & Systems |
| **Modulkürzel** | phy641 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>180 h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium: 124h)<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master European Master in Renewable Energy (Master) > Mastermodule<br>• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Agert, Carsten (Modulverantwortung)<br>• Knipper, Martin (Modulverantwortung)<br>• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Thomas (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the module students should be able to:<br><br>• characterize the global energy system and analyze the structure and constraints of today's energy system,<br>• explain the availability and connection between solar and wind energy,<br>• identify the problems and challenges of energy supply due to fluctuating energy resources with varying and seasonal load profiles,<br>• relate the solar irradiance conversion process as well as the atmospheric radiation balance of the earth to Wind Energy Meteorology. |
| **Modulinhalte** | This module will give an overview on the global energy system and the challenges of energy supply due to fluctuating energy resources with varying and seasonal load profiles.<br><br>Energy Meteorology (Lecture - 90 h workload)<br><br>Section I: Solar Irradiance<br><br>• Radiation laws,<br>• Solar geometry,<br>• Interaction of solar irradiance with the atmosphere,<br>• Radiation climatology,<br>• Solar radiation model,<br>• Statistical properties of solar irradiance,<br>• Measuring devices to ascertain solar radiation balance,<br>• Satellite-supported data acquisition to assess solar irradiance,<br><br>Section II: Wind Flow<br><br>• Origin and potential of atmospheric energy movements, Heat balance of the atmosphere,<br>• Physical laws of atmospheric flow,<br>• Wind circulation in the atmosphere, local winds,<br>• Wind flow in atmospheric layers (vertical structure, Ekman Layer),<br>• Assessment of wind potential (European Wind Atlas: model, concept,<br>• Wind Measurements,<br><br>Energy Systems (Lecture - 90 h workload)<br><br>• Definitions, separation electrical - thermal energy use,<br>• Resources and reserves,<br>• Energy system analysis: Efficiencies at various levels of the energy chain; Exergy analysis,<br>• Energy scenarios, |

- Climate change,
- Advanced (power plant) technologies for conventional fuels,
- Electric power systems with large shares of renewables

| | |
|---|---|
| **Literaturempfehlungen** | Energy Meteorology:<br><br>• IEA Word Energy Outlook (http://wordenergyoutlook.org/)<br>• Iqbal, M. 1984: An Introduction to Solar Radiation, Academic Press, Toronto<br>• Liou, K.-N. 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, Academic Press: 2nd edition, Page 2 of 39<br>• Peixoto, J.P. and Oort A.H. 2007: Physics of Climate Book, Surge Publishing<br>• Rasmussen, B. 1988: Wind Energy, 2, Routledge: 1st edition<br>• Sathyajith, M. 2006: Wind energy: fundamentals, resource analysis and economics, Springer<br>• Stull, R.B. 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Springer 1st edition<br><br>Energy Systems:<br><br>• Ramage, J.: Energy: A Guide Book (Oxford University Press, 1997)<br>• Boyle, G. et al. (Eds.): Energy Systems and Sustainability (Oxford University Press, 2003)<br>• Blok, K.: Introduction to Energy Analysis (Techne Press, Amsterdam, 2007)<br>• Houghton, J.: Global Warming: The Complete Briefing, 5th Ed. (Cambridge University Press, 2015)<br>• UNDP (Ed.): World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability (2000/2004), http://www.undp.org/energy/weapub2000.htm<br>• GEA: Global Energy Assessment { Toward a Sustainable Future (Cambridge University Press and International Institute for Applied System Analysis, Laxenburg, 2012), www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Chapters_Home.en.html - Goldemberg, J. et al.: Energy for a Sustainable World (Wiley Eastern, 1988)<br>• Nakicenovic, N., A. Grübler and A. McDonald (Eds.): Global Energy Perspectives (Cambridge University Press, Cambridge, 1998) - Khartchenko, N.V.: Advanced Energy Systems (Taylor and Francis, 1998)<br>• IEA (International Energy Agency): World Energy Statistics and Balances 2015 - BP: Statistical Review of World Energy 2016 (http://www.bp.com/en/global/corporate/ energy-economics.html)<br>• EIA: International Energy Outlook 2016 (www.eia.doe.gov/forecasts/ieo/)<br>• United Nations: 2013 Energy Statistics Yearbook (2016) (unstats.un.org/unsd/energy/yearbook/) |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture, Exercises |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | At the end of the lecture period | 2 Written Exams (max 90 min each) |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy644 - Wind Energy Physics, Data & Analysis

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Wind Energy Physics, Data & Analysis |
| **Modulkürzel** | phy644 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>attendance: 2*28 hrs, self-study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt)<br>• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | The module starts in the winter term: Wind Energy Physics has to be taken before participating in Wind Physics Measurement Project |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the module students should be able to: - Evaluate wind energy related measurements, - Interprete such measurements gained in the field of wind energy applications, - Critically evaluate measured data |
| **Modulinhalte** | The winter term lecture lecture teaches the basic knowledge in wind energy physics. Physical properties of fluids, wind characterization and anemometers, aerodynamic aspects of wind energy conver sion, dimensional analysis, (pi-theorem), and wind turbine performance, design of wind turbines, electrical systems. The sequentially following WPhyMPr adresses problems based on real wind data, which will be solved on at least four important aspects in wind physics. The course will comprise lectures and assignments as well as self-contained work in groups of 3 persons. The content consist of the following four main topics, following the chronological order of the work process: Data handling(measurements, measurement technology, handling of wind data, assessment of measurement artefacts in wind data, preparation of wind data for further processing); Energy Meteorology(geographical distribution of winds, wind regimes on different time and length scales, vertical wind profile, distribution of wind speed, differences between onshore and offshore conditions); Measure – Correlate – Predict (MCP)(averaging of wind data, bin-wise averaging of wind data, long term correlation and long term correction of wind data, sources of long term wind data); LIDAR(analyses and conversion of data from LIDAR measurements) |
| **Literaturempfehlungen** | R. Gasch , J. Twele : Wind Power Plants Fundamentals, Design, Construction and Operation, 2nd Ed., Springer Verlag, 2012, ISBN: 978 3 642 22937 4<br><br>S. Emeis : Wind Energy Meteorology: Atmospheric Physics for Wind Power Generation, Springer, 2012<br><br>Evaluation of site specific wind conditions; MEASNET Guideline; Version 1; November 2009; free available in the internet: http://www.measnet.com/wpcontent/<br><br>uploads/2012/04/Measnet_SiteAssessment_V10.pdf<br><br>IEC 61400 12 1:2005 Power performance measurements of electricity producing wind turbines; guideline |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Hinweise** | The module starts in the winter term: Wind Energy Phyics has to be taken before participating in Wind Physics Measurement Project |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Lehr-/Lernform** | | Seminar: 2 SWS, Seminar: 2 SWS | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | Portfolio |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy646 - Wind Physics Student's Lab

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Wind Physics Student's Lab |
| **Modulkürzel** | phy646 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies |
| **Zuständige Personen** | • Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Modulverantwortung) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic computer knowledge; mechanics; mathematical methods for physics and engineering; basic knowledge of wind energy utilization; previous knowledge of metrology, basic knowledge of aerodynamics |
| **Kompetenzziele** | The "Wind Physics Student's Lab" aims to foster the learning process by own research activities of the students in wind physics and additionally to build up skills for scientific and experimental work and scientific writing. Therefore, this course is also intended as preparation for the master thesis. The course is organized as seminar with integrated work in the laboratory. The students will investigate an individual, self-formulated research question and will be guided by the supervisors through the research-based learning process. The work in groups and discussion of solutions aims to improve skills in team working. In order to introduce the students to current wind energy research, the course is offered in three versions. These versions represent the work of the three research groups at ForWind - University Oldenburg. |
| **Modulinhalte** | The seminar \Dynamics and control of grid-connected wind turbines\ is related to the work of the research group Wind Energy Systems (WESys). It intends to give a deeper insight into two elds of wind engineering: One is the grid connection and interaction of wind turbines and the other is their operational control as special case in the eld of control engineering. The seminar uses an experimental system<br>which allows to investigate control tasks and interaction mechanisms of the functional chain of wind eld, rotor, drive train, generator, transformer and electric grid. The seminar consists of three main phases:<br>1st phase: Preparational learning<br>• building up basic competences<br>• identification of the technical tasks<br>• introduction to current research<br>• introduction to the experiment<br>• investigating standard situations, physical effects and functional principles by means of the experimental system<br>2nd phase: Research-based learning<br>• defining own research questions<br>• defining an experimental strategy<br>• planning the experiment<br>• set-up, execution, data acquisition and decommissioning of the experiment<br>3rd phase: Evaluation and documentation<br>• evaluating the experiment<br>• documentation with a short report (paper)<br>• presentation.<br>The seminar \Wind turbine rotor in turbulent infl<br>ow" is connected to the scientific work of the research group Turbulence, Wind Energy and Stochastics (TWIST). In this seminar, turbulent wind elds and their e ects on wind turbines will be investigated. Students learn to measure wind flows in high resolutions and how turbulence can be described, investigated and evaluated for different purposes.<br>The students gain a deep understanding of the phenomenonof turbulence. They perform own experiments in a wind tunnel with an active turbulence grid. They learn to establish their own research questions and are encouraged to develop own methods.<br>The seminar consists of three main phases:<br>1st phase: Preparational learning |

| | |
|---|---|
| | • building up basic competences<br>• introduction to current research<br>• practical measurements of flows with different sensors in the wind tunnel<br>• evaluation methods of data of turbulent wind flows<br><br>2nd phase: Research-based learning<br><br>• defining own research questions<br>• defining an experimental strategy<br>• planning the experiment<br>• set-up, execution, data acquisition and decommissioning of experiments<br><br>3rd phase: Evaluation and documentation<br>evaluating the experiments |
| **Literaturempfehlungen** | English Language: Robert Gasch, Wind Power Plants - Fundamentals, Design, Construction and Operation, 2nd Ed., 2012, Springer-Verlag; ISBN: 978-3-642-22937-4<br>German Language: Robert Gasch, Windkraftanlagen - Grundlagen und Entwurf, 9th Ed., 2016, Springer + Vieweg; ISBN: 978-3-658-12360-4<br>German Language: CEwind eG / Alois Schaffarczyk, Einführung in die Windenergietechnik; 1st Ed. 2012, Carl Hanser Verlag, Munich<br>English Language: Erich Hau, Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 3rd Ed., 2013, Springer-Verlag; ISBN 978-3-642-27151-9<br>German Language: Erich Hau, Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit. 5th Ed., 2014, Springer-Verlag; ISBN: 978-3-642-28877-7 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommer- und Wintersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Hinweise** | Each seminar offered within the module holds for 6 credit points. Thus, students have to register for only one of the offered seminars within the module. |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Seminar with laboratory experiments for research oriented learning / Seminar mit Blockpraktikum zum forschungsbasierten Lernen: 4 hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Wind Energy Utilization (BA) or equivalent course, Design of Wind Energy Systems: in SAME SEMESTER or before |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Portfolio |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy647 - Future Power Supply Systems

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Future Power Supply Systems |
| **Modulkürzel** | phy647 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Torio, Herena (Modulverantwortung)<br>• Agert, Carsten (Modulverantwortung) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Knowledge from module RE technology I, Mathematics |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the module students should be able to<br><br>• explain the management, power balancing and the provision of ancillary services within future electricity grid configurations with high shares of fluctuating and distributed generation<br>• perform power system simulation with related software tools<br>• describe different grid-designs, including mini- and microgrids<br>• compare different markets for electricity (Futures' Market, Day-Ahead-Market, Intraday-Market, Balancing Power Market, Self-Consumption) and assess the suitability of these concepts for promoting the implementation of higher shares of fluctuating distributed power generation within the electricity grid.<br>• explain the technical principles and resulting limiting factors of concepts and components required for power control within "Smart City", "Smart Grid", and "Smart Home" concepts |
| **Modulinhalte** | Future Power Supply Systems:<br><br>• Technology and characteristics of conventional power plants based e. g. on coal, gas, and nuclear,<br>• Fundamentals, structure, technologies and operation of (AC-) electricity grids (incl. balancing power, voltage management, etc.),<br>• Fluctuating distributed generation: Characteristics and solutions on the transmission and distribution grid levels, incl. storage, vehicle-to-grid-concepts, smart inverters, heat pumps / CHP, etc,<br>• Interactions between technology and economics: The different electricity markets (Futures Market, Day-Ahead-Market, Intraday-Market, Balancing Power Market, Self-Consumption) and their links to the physical world,<br>• "Smart City", "Smart Grid", "Smart Home",<br>• Mini- and Micro-Grids,<br>• Energy scenarios and modelling,<br>• Chemical energy carriers in the energy system: power-togas (e.g. methane) and power-to-liquids (e.g.methanol) |
| **Literaturempfehlungen** | Future Power Supply Systems:<br>Buchholz, B.M., Styczynski Z. (2014). Smart Grids - Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer Ed.,<br>Khartchenko, N. et al. (2013). Advanced Energy Systems, Second Edition (Energy Technology). CRC Press Inc. Hemami, A. (2015). Electricity and Electronics for Renewable Energy Technology: An Introduction (Power Electronics and Applications) CRC Press,<br>Schlögl, R. (2013) Ed., Chemical Energy Storage, De Gruyter |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Sommersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| **Lehr-/Lernform** | | Lecture and Seminar: 4 hrs/week | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | Report (presentation: 50 min, Term-paper: 5 pp.) or Exercises (8 Exercises). In addition, active participation is required. The criteria to fulfil the requirement of the active participation are announced at the beginning of the term. |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy648 - Wind Resources and their Applications

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Wind Resources and their Applications |
| **Modulkürzel** | phy648 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Waldl, Hans-Peter (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Energy Meteorology |
| **Kompetenzziele** | assess different aspects of wind energy farms by modelling, comparison, explanation of wind energy potential, wind energy farm's output, power curves, wind energy project development, assess in detail influences of meteorological/ climatological aspects on the performance of wind power systems, summarize physical processes governing atmospheric wind flows, value atmospheric boundary layer flow relevant for wind power conversion, argue methods for wind resource assessment and forecasting |
| **Modulinhalte** | |

Advanced Wind Energy Meteorology (Lecture – 90 h workload)

Atmospheric Boundary Layer (turbulence, vertical structure, special BL effects)

Atmospheric Flow Modelling: Linear models, RANS and

LES models

Wind farm modelling

Offshore-Specific Conditions

Resource Assessment and Wind Power Forecasting

Wind Measurements and Statistics

Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind

Farm Operations (Lecture – 90 h workload)

Evaluation of Wind Resources

Weibull Distribution

Wind velocity measurements to determine energy yield

Basics of Wind Atlas Analysis and Application Program

(WAsP) Method, Partial models using WAsP

Measure-Correlate-Predict (MCP) Method of long term

corrections of wind measurement data in correlation to long

term reference data

Conditions for stable, neutral and instable atmospheric

conditions

Wind yield from wind distribution and the power curve

Basics in appraising the yearly wind yield from a wind turbine.

| | |
|---|---|
| | Wake Effect and Wind Farm<br>Recovery of original wind fields in the downstream of wind<br>turbines<br>Basics of Risø Models<br>Spacing and efficiency in wind farms<br>Positive and Negative Effects of Wind Farms<br>Wind Farm Business<br>Income from the energy yield from wind farms<br>Profit optimization by increase of energy production<br>Wind farm project development<br>Wind farm operation and<br>Surveillance of power production vs. wind climate, power<br>curves, and turbine availability |
| **Literaturempfehlungen** | |
| | Advanced Wind Energy Meteorology<br>Holton, J.R. and G. J. Hakim, 2013: An Introduction to<br>Dynamic Meteorology, 5th Edition, Academic Press, New<br>York<br>Stull, R.B., 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Pub. Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind Farm Operations<br>Burton, T., N. Jenkins, D. Sharpe and E. Bossanyi, 2011:<br>Wind Energy Handbook, Second Edition, John Wiley.<br>Gasch, R. and J. Twele, 2012: Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation; Second<br>Edition, Springer<br>http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html, Last access:<br>4/2016<br>http://www.windpower.org/en/, Last access: 4/2016 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Vorlesung: 4 SWS |
| **Vorkenntnisse** | Knowledge in Basics Wind Energy, Fluid Dynamics I, Matlab |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | 1 Written examination: 120 minutes or Oral examination: Between 30 and 45 minutes or Internship report: Between 15 and 20 pages in one lecture and regular active participation in the other lecture |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy649 - Design of Wind Energy Systems

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Design of Wind Energy Systems |
| **Modulkürzel** | phy649 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 108 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Wind Energy Utilization (Bachelor) or Wind Energy (Master) |
| **Kompetenzziele** | The students attending the course will have the possibility to expand and sharpen of their knowledge about wind turbine design from the basic courses. The lectures include topics covering the whole spectrum from early design phase to the operation of a wind turbine. Students will learn in exercises how to calculate and evaluate design aspects of wind energy converters.<br><br>At the end of the lecture, they should be able to:<br><br>- estimate the site specific energy yield,<br><br>- calculate the aerodynamics of wind turbines using the blade element momentum theory,<br><br>- model wind fields to obtain specific design situations for wind turbines,<br><br>- estimate the influence of dynamics of a wind turbine, especially in the context of fatigue loads,<br><br>- transfer their knowledge to more complex topics such as simulation and measurements of dynamic loads,<br><br>- calculate the economic aspects of wind turbine |
| **Modulinhalte** | Introduction to industrial wind turbine design,<br><br>- rotor aerodynamics and Blade Element Momentum (BEM) theory,<br><br>- dynamic loading and system dynamics,<br><br>- wind field modelling for fatigue and extreme event loading,<br><br>- design loads and design aspects of onshore wind turbines,<br><br>- simulation and measurements of dynamic loads,<br><br>- design of offshore wind turbines,<br><br>- power quality and grid integration on wind turbines |
| **Literaturempfehlungen** | T. Burton et. al.: Wind Energy Handbook. John Wiley, New York, 2nd ed., 2011;<br><br>R. Gasch, J. Twele: Wind Power Plants. Springer, Berlin, 2nd ed., 2011.;<br><br>Garrad Hassan, Bladed, Wind Turbine Design Software, Theory Manual;<br><br>Selected papers from e.g. Wind Energy Journal, Wiley Interscience |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | jährlich | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| **Lehr-/Lernform** | | Lecture and seminar: 2 and 2 hrs/week | |
| **Vorkenntnisse** | | Basics in Wind Energy Utilisation | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | Internship report: Between 15 and 30 pages |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy687 - Advanced Engineering Topics in Renewable Energies

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Engineering Topics in Renewable Energies | | |
| **Modulkürzel** | phy687 | | |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP | | |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) | | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies | | |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Holtorf, Hans-Gerhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt) | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Related to selected course/s | | |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific engineering skills in the field renewable energy technologies. | | |
| **Modulinhalte** | E.g. metrology, data logging, measurement methodology, construction, monitoring, control engineering, remote sensing. | | |
| **Literaturempfehlungen** | Related to selected course/s | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch | | |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester | | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt | | |
| **Hinweise** | This module offers special as well as advanced courses in engineering science. The list of eligible courses will be updated each academic year. Please refer to the courses listed for this module in Stud.IP. | | |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective | | |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) | | |
| **Lehr-/Lernform** | Related to selected course/s | | |
| **Vorkenntnisse** | Related to selected course/s | | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform | |
| **Gesamtmodul** | | Related to selected course/s | |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung (<br>oder Seminar mit Praktikum<br>)<br>*(*<br>*Hier ist ein Kommentar*<br>*)* | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy689 - Advanced Topics in Renewable Energies

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Topics in Renewable Energies |
| **Modulkürzel** | phy689 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt)<br>• Holtorf, Hans-Gerhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Wächter, Matthias (Prüfungsberechtigt)<br>• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt)<br>• Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)<br>• Steinberger-Wilckens, Robert (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Related to selected course/s |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific engineering skills. |
| **Modulinhalte** | E.g. Fluid dynamics, metrology, data logging, measurement methodology, construction, monitoring, control engineering, remote sensing. |
| **Literaturempfehlungen** | Related to selected course/s |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Related to selected course/s |
| **Vorkenntnisse** | Related to selected course/s |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Related to selected course/s |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 84 h |

## phy984 - Advanced Energy Materials

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Advanced Energy Materials | |
| **Modulkürzel** | | phy984 | |
| **Kreditpunkte** | | 6.0 KP | |
| **Workload** | | 180 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy987 - Control of Wind Turbines and Wind Farms

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Control of Wind Turbines and Wind Farms |
| **Modulkürzel** | phy987 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 72 hrs, Self study: 108 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Kühn, Martin (Modulverantwortung)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Petrovic, Vlaho (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Wind Energy Utilization (Bachelor) or Wind Energy Physics (Master) or Basics of Wind Energy (Master SURE) and Design of Wind Energy Systems (can be attended in parllel |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the course, students<br><br>• will have understood the structure and the main components of the control system in a wind farm<br><br>• will have understood the main objectives for a wind farm control system and will be able to develop appropriate control algorithms for the said objectives<br><br>• will have understood relevant physical phenomena in a wind farm<br><br>• will be able to develop a control-oriented model of a wind turbine, and will have understood how to use it for the design and analysis of control algorithms<br><br>• will be able to independently apply different techniques from control engineering<br><br>• will have trained how to use methods from linear algebra and mathematical analysis for the design and analysis of control algorithms |
| **Modulinhalte** | The course covers the main techniques used in wind turbine and wind farm control. The course is structured in five sections:<br><br>Section I: Introduction to control in wind energy<br><br>• Introduction to the governing physics<br><br>• Control objectives in wind energy<br><br>• Overview of the control system<br><br>Section II: Control oriented modelling<br><br>• Modelling in time domain<br><br>• Modelling in frequency domain<br><br>• Time and frequency response<br><br>Section III: Standard wind turbine control<br><br>• Torque and pitch control<br><br>• Tuning of a PI controller<br><br>• Stability analysis<br><br>• Control of coupled systems |

| | |
|---|---|
| | Section IV: Advanced wind turbine control<br>• Advanced control design approaches<br>• State space control<br>• Estimation techniques<br>Section V: Wind farm control<br>• Wake control strategies<br>• Active power control<br>• Power maximization |
| **Literaturempfehlungen** | Burton et al: Wind Energy Handbook, John Wiley, New York, Second Edition, 2011.<br>Ogata: Modern Control Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Third Edition, 1997 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) |
| **Lehr-/Lernform** | Lectures and exercises: 4 hours per week and home assignments |
| **Vorkenntnisse** | Basic knowledge in linear algebra and mathematical analysis is required. Furthermore, a basic understanding of wind turbines and wind farms is required (e.g. Design of Wind Energy Systems). A good grasp of the Matlab/Simulink environment is required for exercises. |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Written examination: Between 90 and 180 minutes or Oral examination: Between 20 and 45 minutes or Internship report: Between 15 and 30 pages |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## pre022 - Solar Energy

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Solar Energy |
| **Modulkürzel** | pre022 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Agert, Carsten (Modulverantwortung)<br>• Torio, Herena (Modulverantwortung)<br>• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)<br>• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the module students should be able to:<br><br>· understand, describe and compare major technologies for solar energy use: solar thermal and photovoltaic systems<br><br>· analyse various system components and their interconnections within a solar energy system.<br><br>· critically appraise and assess various technologies for solar energy use and components involved in such solar systems.<br><br>· size and evaluate the performance of solar systems as a function of their operation conditions, components and system layout<br><br>- critically evaluate non-technical impact and side effects when implementing renewable energy supply systems |
| **Modulinhalte** | This module gives an overview on renewable energy heat and photovoltaic technologies. Main focus hereby are the scientific principles of components and their technical description as well as first suitable system performance assessment methods.<br><br>**Photovoltaics** (Lecture: 90 h workload)<br><br>• Basic and most important properties of solar radiation related to photovoltaics<br>• PV cells basics: Fundamental physical processes in photovoltaic materials<br>• Characterization and basic modelling of solar cells<br>• Component Description: PV generator; Charge controller; Inverter; Balance of system components; System Description<br>• Grid Connected System<br>• Stand Alone System<br><br>**Renewable Energy Heat** (Seminar & Exercises: 90 h workload)<br><br>• Assessment of solar thermal ambient parameters: regional global, diffuse, reflected solar radiation on horizontal and on tilted plane, |

ambient temperature
- Solar thermal system components: collectors; heat exchangers; thermal storage; thermal driven compression chillers
- Solar cooling systems and components
- Characterization of solar thermal systems, their operation and performance
- F-Chart and Utilizability methods as main methods for assessing system performance

**Literaturempfehlungen**

**Solar Energy PV**


· Green, Martin A., 1981: Solar cells : operating principles, technology and system applications,
Prentice Hall.

· Green, M.A., 2007: Third Generation Photovoltaics, Advanced Solar Energy Conversion,
Springer Series in Photonics

· Markvart, Tom and Castaner, Luis, 2003: Practical Handbook of Photovoltaics, Fundamentals
and Applications, Elsevier Science

· Nelson, Jenny, 2003: The Physics of Solar Cells (Properties of Semiconductor Materials),
Imperial College Press.

· Stuart R. Wenham, Martin A. Green, Muriel E. Watt& Richard Corkish (Edit.), 2007: Applied
Photovoltaics, Earthscan Publications Ltd.;

· Twidell, John & Weir, Toni, 2005: Renewable Energy Resources Taylor & Francis.


**Renewable Energy Heat**


· DGS, (2010) Planning and installing solar thermal systems, a guide for installers, architects
and engineers, 2nd ed.

· Duffie JA, Beckman WA (2013) Solar engineering of thermal processes: Wiley.

· Henning H-M. 2007. Solar assisted air conditioning of buildings - an overview. Applied
Thermal Engineering 27(10):1734-1749; DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2006.07.021


| | |
|---|---|
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Wintersemester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture, Exercises |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | At the end of the lecture period; submission of the report at the end of the semester | 2 Examinations: Written Exam (1.5h, weight 50%) and Presentation of a Paper (15 min presentation, 5 pages report, weight 50%) |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## pre113 - Photovoltaic Systems

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Photovoltaic Systems |
| **Modulkürzel** | pre113 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>180 Stunden<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Knipper, Martin (Modulverantwortung)<br>• Agert, Carsten (Modulverantwortung) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the module students should be able to:<br><br>· categorize and feature different PV systems<br><br>o PV on-grid,<br><br>o PV off-grid / stand alone,<br><br>o PV-pumping,<br><br>o PV-hybrid<br>by their setup and by standard quality indicators.<br><br>· explain the operation principles of the listed PV systems<br><br>· explain concepts behind PV system design<br><br>· design a photovoltaic system by Fermi Estimate<br><br>· design a photovoltaic system by a simulation software<br><br>· be aware of the limitation of both design methods<br><br>· discuss energy flow diagrams of PV systems<br><br>· describe in depth involved balance of system components e.g.<br><br>o inverter,<br><br>o charge controllers<br><br>o cabling<br><br>o generator stand<br><br>storage battery with a focus on housing (ventilation) |
| **Modulinhalte** | This specialization module covers more in-depth topics concerning photovoltaics systems.<br><br>The module consists of: |

Photovoltaic Systems Lecture (90h workload)

Description and operation of PV System's balance of system components

- inverter,
- charge controllers
- cabling
- generator stand
- storage battery with a focus on housing (ventilation)

Quality indicators for PV Systems and their regional differences

- PV on-grid,
- PV off-grid / stand alone,
- PV-pumping,
- PV-hybrid

Sizing of PV systems – back of the envelope approach as well as by a simulation software

Photovoltaic Systems Seminar (90h workload)

Within the seminar groups of up to five students select a PV system related research question, work on the solution and present their findings.

In addition, external PV experts are invited to present from their work experience.

An excursion to a PV power plant concludes the lessons learned in the field.

**Literaturempfehlungen**


· S. Hegedus, A. Luque, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, published John Wiley and Sons (2nd Edition 2011)

· C.B.Honsberg and S.G.Bowden, "Photovoltaics Education Website," www.pveducation.org, 2019, https://www.pveducation.org/pvcdrom/welcome-to-pvcdrom/instructions, Access date 21/07/2021

· Deutsche Gesellschaft fuer Solarenergie, Planning and installing photovoltaic systems: a guide for installers, architects and engineers. Earthscan, London, Third Edition, 2013 (ISBN-13: 978-1849713436)

- Heinrich Haeberlin, Photovoltaics: System Design and Practice, John Wiley and Sons, First Edition, Chichester, 2012.(ISBN-13: 978-1119992851)

· Konrad Mertens, Photovoltaik, Lehrbuch zu Grudlagen, Technologie und Praxis, 5. Aktualisierte Auflage

· GSES, Off-Grid PV Systems – Design and Installation, first edition international, April 2020

- Lecture notes for the respective courses

| | |
|---|---|
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture, Exercise, Seminar & Excursion<br>Lecture: 2hrs/week<br>Seminar: 2hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | It is desirable to have passed the lecture Photovoltaics 5.06.M121 |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | Throughout the Semester | Presentation: Between 20 and 45 minutes and regular active participation |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## pre114 - Solar Energy Meteorology

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Solar Energy Meteorology |
| **Modulkürzel** | pre114 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Torio, Herena (Modulverantwortung)<br>• Agert, Carsten (Modulverantwortung)<br>• Schmidt, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Lezaca Galeano, Jorge Enrique (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Successful participation in “Energy Meteorology 5.06.M117 |
| **Kompetenzziele** | After successful completion of the module students should be able to<br><br>- explain the concepts of physical processes governing the surface solar irradiance available for solar energy applications<br><br>- model the solar radiation and show their expertise in application, adaptation and development of models<br><br>- discuss state-of-the-art-methods in satellite-based irradiance estimation and solar power forecasting<br><br>- discuss and present state of the art of the application of modern solar energy meteorology on a wide range (from residential systems to solar power plants, from solar thermal to photovoltaic systems) |
| **Modulinhalte** | This specialization module covers more in-depth topics concerning solar energy meteorology.<br><br>Based on students’ knowledge about the solar resource, solar thermal and photovoltaic technology, students deepen their knowledge on the resource for such systems.<br><br>**Lecture**<br><br>• Physics of radiative processes in the atmosphere<br>• Physical modelling of atmospheric radiative transfer (incl. computing tools)<br>• Solar irradiance modelling for solar energy applications<br>• Solar spectral irradiance: Theory and relevance for solar energy systems<br>• Satellite-based estimation of solar irradiance<br>• Solar irradiance (and solar power) forecasting<br>• Solar radiation measurements: Basics and setup of high quality measurement system<br><br>**Seminar** |

- sources of solar data and discussion of their quality
- solar resource assessment:

- basic models,
- measurements,
- satellite models
- data sets

- validation and application of solar resource data sets
- forecasting of solar radiation: sky-camera forecasts, satellite-based forecasts, numerical weather predictions, statistical methods
- forecast validation
- selected applications

- irradiance and PV power forecasting
- application of solar resource data for yield assessment

**Literaturempfehlungen**

- S. Hegedus, A. Luque, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, published Joh Wiley and Sons (2nd Edition 2011)
- MSG Cloud Physical Properties (CPP) by KNMI http://msgcpp.knmi.nl/mediawiki/index.ph /MSG_Cloud_Physical_Properties_(CPP)
- CAMS Copernicus Atmospheric monitoring service https://atmosphere.copernicus.eu /catalogue#/product/urn:xwmo:md:int.ecmwf::copernicus:cams:prod:an:surface-solar-irradiation:pid327
- https://wui.cmsaf.eu/safira/action/viewDoiDetails?acronym=SARAH_V001
- https://nsrdb.nrel.gov/
- re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

| **Links** | |
|---|---|
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | Annual, summer semester |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week<br>Seminar: 2hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Physical principles of Black Body Radiation<br>Basics of Solar Radiation |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | During the semester | 1 Written examination: 90 to 180 minutes and regular active participation |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

# European Wind Energy Master

## phy616 - Computational Fluid Dynamics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Computational Fluid Dynamics |
| **Modulkürzel** | phy616 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master<br>• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies<br>• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule<br>• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule |
| **Zuständige Personen** | • Lukassen, Laura (Modulverantwortung)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Fluid Dynamics I |
| **Kompetenzziele** | Deeper understanding of the fundamental equations of fluid dynamics. Overview of numerical methods for the solution of the fundamental equations of fluid dynamics. Confrontation with complex problems in fluiddynamics. To become acquainted with different, widely used CFD models that are used to study complex problems in fluid dynamics. Ability to apply these CFD models to certain defined problems and to critically evaluate the results of numerical models. |
| **Modulinhalte** | CFD I:<br><br>The Navier-Stokes equations, introduction to numerical methods, finite-differences, finite-volume methods, linear equation systems, turbulent flows, incompressible flows, compressible flows, efficiency and accuracy.<br><br>CFD II:<br><br>RANS, URANS, LES, DNS, filtering / averaging of Navier- Stokes equations, Introduction to different CFD models, Application of these CFD models to defined problems from rotor aerodynamics and the atmospheric boundary layer. |
| **Literaturempfehlungen** | J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002;<br>C. Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows: Introduction to the Fundamentals of CFD, Vol 1: Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, Amsterdam;<br>P. Sagaut, Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, Springer, Berlin, 1998;<br>J. Fröhlich, Large Eddy Simulationen turbulenter Strömungen, Teubner, Wiesbaden, 2006 (in German) |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week, Excersise: 2hrs/week |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | -Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| | | Written examination: Between 90 and 180 minutes<br>or Oral examination: Between 20 and 45 minutes or<br>1 Term paper: Between 15 and 30 pages |
| **Lehrveranstaltungsform** | VA-Auswahl (<br>Vorlesungen oder Praktikum oder Seminar<br>) | |
| **SWS** | 4 | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | |

## phy659 - Introduction to Micro Meteorology for Wind Energy

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Introduction to Micro Meteorology for Wind Energy | |
| **Modulkürzel** | | phy659 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Pflicht / Mandatory | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | 1 Klausur oder 1 Referat oder 1 mündliche Prüfung oder 1 Hausarbeit oder 1 fachpraktische Übung |
| **Lehrveranstaltungsform** | VA-Auswahl (<br>Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.<br>) | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy670 - Fluiddynamics II/Wind Energy Meterology

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Fluiddynamics II/Wind Energy Meterology |
| **Modulkürzel** | phy670 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Deutsch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | • 1 Klausur oder<br>• 1 mündliche Prüfung |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy673 - Diffusions and Stochastic Differential Equations

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Diffusions and Stochastic Differential Equations | |
| **Modulkürzel** | | phy673 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Pflicht / Mandatory | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | Klausur oder mündliche Prüfung |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung und Übung (<br>Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.<br>) | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy674 - Turbulent Flows

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Turbulent Flows | |
| **Modulkürzel** | | phy674 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Pflicht / Mandatory | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | Klausur oder mündliche Prüfung |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung und Übung (<br>Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.<br>) | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy684 - Wind Turbine Technology and Aerodynamics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Wind Turbine Technology and Aerodynamics |
| **Modulkürzel** | phy684 |
| **Kreditpunkte** | 10.0 KP |
| **Workload** | 300 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Deutsch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | 1 Klausur oder 1 Referat oder 1 mündliche Prüfung oder 1 Hausarbeit oder 1 fachpraktische Übung |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.) | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Seminar (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.) | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.) | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 84 h |

## phy688 - Planning and Development of Wind Farms

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Planning and Development of Wind Farms | |
| **Modulkürzel** | | phy688 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Pflicht / Mandatory | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | VA-Auswahl (<br>Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.<br>) | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy692 - Research Project European Wind Energy Master

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Research Project European Wind Energy Master | |
| **Modulkürzel** | | phy692 | |
| **Kreditpunkte** | | 9.0 KP | |
| **Workload** | | 270 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | BE |
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar | | |
| **Angebotsrhythmus** | | | |

## phy991 - Stochastic Processes

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Stochastic Processes |
| **Modulkürzel** | phy991 |
| **Kreditpunkte** | 5.0 KP |
| **Workload** | 150 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 84 h |

## phy992 - Time Series Analysis

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Time Series Analysis |
| **Modulkürzel** | phy992 |
| **Kreditpunkte** | 5.0 KP |
| **Workload** | 150 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Deutsch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy993 - Advanced Time Series Analysis

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Time Series Analysis |
| **Modulkürzel** | phy993 |
| **Kreditpunkte** | 10.0 KP |
| **Workload** | 300 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Deutsch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 84 h |

## phy994 - Optimization and Data Fitting

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Optimization and Data Fitting |
| **Modulkürzel** | phy994 |
| **Kreditpunkte** | 5.0 KP |
| **Workload** | 150 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Praktikum | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy995 - Physics of Sustainable Energy

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Physics of Sustainable Energy | |
| **Modulkürzel** | | phy995 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 4 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy996 - Offshore Wind Energy

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Offshore Wind Energy | |
| **Modulkürzel** | | phy996 | |
| **Kreditpunkte** | | 10.0 KP | |
| **Workload** | | 300 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 6 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy997 - Wind Turbine Measurement Techniques

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Wind Turbine Measurement Techniques | |
| **Modulkürzel** | | phy997 | |
| **Kreditpunkte** | | 10.0 KP | |
| **Workload** | | 300 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 6 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy998 - Probabilistic Methods in Wind Energy

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | | Probabilistic Methods in Wind Energy | |
| **Modulkürzel** | | | phy998 | |
| **Kreditpunkte** | | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | | |
| **Kompetenzziele** | | | | |
| **Modulinhalte** | | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | | |
| **Links** | | | | |
| **Unterrichtssprache** | | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | | Prüfungszeiten | Prüfungsform | |
| **Gesamtmodul** | | | KL | |
| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy621 - Advanced Engineering Topics in Wind Energy

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Advanced Engineering Topics in Wind Energy | |
| **Modulkürzel** | | phy621 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | VA-Auswahl | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy622 - Advanced Topics in Wind Energy

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Advanced Topics in Wind Energy | |
| **Modulkürzel** | | phy622 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Deutsch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | VA-Auswahl | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy645 - Wind Physics Measurement Project

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Wind Physics Measurement Project | |
| **Modulkürzel** | | phy645 | |
| **Kreditpunkte** | | 3.0 KP | |
| **Workload** | | 90 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy985 - Stochastic Processes in Experiments

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Stochastic Processes in Experiments | |
| **Modulkürzel** | | phy985 | |
| **Kreditpunkte** | | 3.0 KP | |
| **Workload** | | 90 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | EB (Ergänzungsbereich / Complementary) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy629 - Optimization in modern Power Systems

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Optimization in modern Power Systems |
| **Modulkürzel** | phy629 |
| **Kreditpunkte** | 5.0 KP |
| **Workload** | 150 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy675 - Integration of Wind Power in the Power System

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Integration of Wind Power in the Power System |
| **Modulkürzel** | phy675 |
| **Kreditpunkte** | 5.0 KP |
| **Workload** | 150 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy981 - HardTech Entrepreneurship

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | HardTech Entrepreneurship |
| **Modulkürzel** | phy981 |
| **Kreditpunkte** | 10.0 KP |
| **Workload** | 300 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy986 - System Safety and Reliability Engineering

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | System Safety and Reliability Engineering |
| **Modulkürzel** | phy986 |
| **Kreditpunkte** | 5.0 KP |
| **Workload** | 150 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy623 - Advanced Wind Energy Meteorology

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Wind Energy Meteorology |
| **Modulkürzel** | phy623 |
| **Kreditpunkte** | 3.0 KP |
| **Workload** | 90 h |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master |
| **Zuständige Personen** | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | |
| **Kompetenzziele** | |
| **Modulinhalte** | |
| **Literaturempfehlungen** | |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Pflicht / Mandatory |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | KL |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy625 - Deep Learning

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Deep Learning | |
| **Modulkürzel** | | phy625 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | Kompetenzziele | |
| **Modulinhalte** | | Inhalt | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtssprache** | | Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy626 - Introduction to Dynamical Systems

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Introduction to Dynamical Systems | |
| **Modulkürzel** | | phy626 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Pflicht / Mandatory | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

## phy988 - Introduction to Machine Learning and Data Mining

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | | Introduction to Machine Learning and Data Mining | |
| **Modulkürzel** | | phy988 | |
| **Kreditpunkte** | | 5.0 KP | |
| **Workload** | | 150 h | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | | • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master | |
| **Zuständige Personen** | | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | | | |
| **Kompetenzziele** | | | |
| **Modulinhalte** | | | |
| **Literaturempfehlungen** | | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | | Deutsch, Englisch | |
| **Dauer in Semestern** | | 1 Semester | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | | unbegrenzt | |
| **Modulart** | | Wahlpflicht / Elective | |
| **Modullevel** | | MM (Mastermodul / Master module) | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | | Prüfungsform |
| **Gesamtmodul** | | | KL |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | | |
| **SWS** | 2 | | |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe | | |

# Schwerpunkt: Acoustics

## phy605 - Digital Signal Processing

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Digital Signal Processing |
| **Modulkürzel** | phy605 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic knowledge about continuous-time signals and systems and statistics. In addition, Matlab programming skills are required. |
| **Kompetenzziele** | The students acquire knowledge about theoretical concepts and methods of signal processing and system theory for discrete-time signals and systems. The students are able to apply these theoretical concepts and methods in analytical, numerical and programming exercises |
| **Modulinhalte** | System properties (stability, linearity, time-invariance, causality); Discrete-time signal processing: sampling theorem, time-domain analysis (impulse response, convolution), z-transform, frequency-domain analysis (transfer function, discrete-time Fourier transform, discrete Fourier transform, FFT, STFT), digital filter design (FIR, IIR, linear phase filter, all-pass filter, signal flow graph), multi-rate signal processing (down/up-sampling, filter banks); Statistical signal processing: stationarity, ergodicity, correlation, Wiener-Khinchin theorem, spectral estimation; Adaptive filters: optimal filters, Wiener filter, time-domain algorithms (RLS, NLMS), frequency-domain algorithms (FDAF);Matlab exercises about discrete-time signal processing and adaptive filters. |
| **Literaturempfehlungen** | A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, “Discrete-Time Signal Processing”, Prentice Hall, 2013.<br><br>J. G. Proakis, D. G. Manolakis, “Digital Signal Processing – Principles, Algorithms and Applications”, Prentice Hall, 2013.<br><br>S. Haykin, ”Adaptive Filter Theory“, Pearson, 2013.<br><br>P. P. Vaidyanathan, ”Multirate systems and filter banks“, Prentice Hall, 1993.<br><br>K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, ”Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB Übungen“, Broschiert, 2018 |
| **Links** | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week; Exersise: 2hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Basic knowledge about continuous-time signals and systems and statistics. In addition, Matlab programming skills are required. |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | written exam (max. 3 hours) or 30 minutes oral exam |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy677 - Speech processing

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Speech processing |
| **Modulkürzel** | phy677 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>180 h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium: 124h)<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Introductory signals and systems lecture |
| **Kompetenzziele** | The students will be able to (a) explain the foundations of speech production, perception and analysis, (b) understand the mathematical and information-theoretical principles of speech signal processing, and (c) apply the studied methods to explain the working principle of practical speech processing systems. |
| **Modulinhalte** | Speech production and perception, speech analysis, speech signal processing (STFT, LPC, cepstrum, speech enhancement), speech coding, speech synthesis, automatic speech recognition, speech quality and intelligibility measures, selected topics on speech processing research. |
| **Literaturempfehlungen** | M. R. Schroeder, Computer Speech: Recognition, Compression, Synthesis, Springer, 2013.<br><br>J. R. Deller, J. H. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals, Wiley-IEEE Press, 1999.<br><br>P. Vary, R. Martin: Digital Speech Transmission, Wiley, 2006.<br><br>J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008.<br><br>D. Yu, L. Deng: Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach, Springer, 2015. |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Vorlesung: 2 SWS, Übung: 2 SWS |
| **Vorkenntnisse** | Introductory signals and systems lecture |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | written exam (max. 3 hours) or 30 minutes oral exam |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy679 - Acoustics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Acoustics |
| **Modulkürzel** | phy679 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics |
| **Zuständige Personen** | • van de Par, Steven (Modulverantwortung)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Introductory acoustics lecture |
| **Kompetenzziele** | The students acquire knowledge about advanced concepts in acoustics, electro-acoustics, room acoustics, acoustical measurement methods and virtual acoustics. The students acquire skills to critically and independently apply these concepts and methods to acoustical problems. |
| **Modulinhalte** | Acoustical measurement methods (sound pressure, spectrum, transfer function, intensity); Non-linear measurement methods (Hammerstein model); Inverse problems in acoustics and regularization; High-resolution methods, acoustic camera; Binaural virtual acoustics; Spherical harmonics, virtual acoustics (Ambisonics, Wave Field Synthesis); Transaural systems; Room acoustics simulation. |
| **Literaturempfehlungen** | G. Müller, M. Möser: Akustische Messtechnik, Springer, 2017;<br><br>H. Kuttruff: Room Acoustics, CRC Press, 2016;<br><br>M. Vorländer: Auralization: Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality, Springer, 2020 |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 3hrs/week; Excersise: 1hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Introductory acoustics lecture |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | written exam (max. 3 hours) or 30 minutes oral exam or presentation or homework or practical report |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy685 - Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics |
| **Modulkürzel** | phy685 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics<br>• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt)<br>• Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt)<br>• Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt)<br>• Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt)<br>• Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Depending on selected courses |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train specific engineering skills. The students acquire advanced knowledge and skills related to the engineering areas biomedical physics and acoustics. |
| **Modulinhalte** | Depending on selected courses |
| **Literaturempfehlungen** | Depending on selected courses |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | annual |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Hinweise** | This module o ers special as well as advanced engineering courses in Biomedical Physics and Acoustics. The list of eligible courses will be updated each academic year. Please refer to the courses listed for this module in Stud.IP. |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Depending on selected courses, one or two examinations |
| **Vorkenntnisse** | Depending on selected courses |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | One or two examinations depending on selected courses |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Seminar | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Übung | | 2 | SoSe oder WiSe | 28 |
| Praktikum | | 1 | SoSe oder WiSe | 14 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 126 h |

## phy686 - Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics |
| **Modulkürzel** | phy686 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Overall workload of 180 h<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics<br>• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Poppe, Björn (Modulverantwortung)<br>• Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt)<br>• Bitzer, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt)<br>• Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt)<br>• Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Depending on selected courses |
| **Kompetenzziele** | The aim of this module is, to give students further access to also small courses (3 CP) which address the specific interest of the student and deliver unique in-depth knowledge or the opportunity to train speci c specialization skills. The students acquire advanced knowledge and skills related to the specialization areas biomedical physics and acoustics. |
| **Modulinhalte** | Depending on selected courses |
| **Literaturempfehlungen** | Depending on selected courses |
| **Links** | Depending on selected courses |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Depending on selected courses |
| **Vorkenntnisse** | Depending on selected courses |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | Depending on selected courses, one or two examinations |

| Lehrveranstaltungsform | Kommentar | SWS | Angebotsrhythmus | Workload Präsenz |
|---|---|---|---|---|
| Vorlesung | | 4 | SoSe oder WiSe | 56 |
| Seminar | | | SoSe oder WiSe | 0 |
| **Präsenzzeit Modul insgesamt** | | | | 56 h |

## phy694 - Machine Learning II

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Machine Learning II |
| **Modulkürzel** | phy694 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics |
| **Zuständige Personen** | • Lücke, Jörg (Modulverantwortung)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic knowledge in higher Mathematics taught as part of first degrees in Physics, Mathematics, Statistics, Engineering or Computer Science (basic linear algebra and analysis) is required. Additionally, programming skills are required (Matlab or python). |
| **Kompetenzziele** | The students will deepen their knowledge on mathematical models of data and sensory signals. Building upon the previously acquired Machine Learning models and methods, the students will be lead closer to current research topics and will learn about models that currently represent the state-of-the-art. Based on these models, the students will be exposed to the typical theoretical and practical challenges in the development of current Machine Learning algorithms. Typical challenges are analytical and computational intractabilities, or local optima problems. Based on concrete examples, the students will learn how to address such problems. Applications to di erent data will teach skills to use the appropriate model for a desired task and the ability to interpret an algorithm's result as well as ways for further improvements. Furthermore, the students will learn interpretations of biological and arti cial intelligence based on state-of-the-art Machine Learning models. |
| **Modulinhalte** | This course builds up on the basic models and methods introduced in introductory Machine Learning lectures. Advanced Machine Learning models will be introduced alongside methods for ecient parameter optimization. Analytical approximations for computationally intractable models will be de ned and discussed as well as stochastic (Monte Carlo) approximations. Advantages of di erent approximations<br>will be contrasted with their potential disadvantages. Advanced models in the lecture will include models<br>for clustering, classi cation, recognition, denoising, compression, dimensionality reduction, deep learning, tracking etc. Typical application domains will be general pattern recognition, computational neuroscience and sensory data models including computer hearing and computer vision. |
| **Literaturempfehlungen** | Pattern Recognition and Machine Learning, C. M. Bishop, Springer 2006. (best suited for lecture).;<br><br>Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, D. MacKay, Cambridge University Press, 2003. (free online) |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week, Exercise: 2hrs/week (incl. prog. laboratory) |
| **Vorkenntnisse** | Basic knowledge in higher Mathematics taught as part of first degrees in Physics, Mathematics, Statistics, Engineering or Computer Science (basic linear algebra and analysis) is required. Additionally, programming skills are required (Matlab or python). |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | written exam (max. 3 hours) or 30 minutes oral exam |
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung | |

| | |
|---|---|
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

## phy696 - Advanced Topics Speech and Audio Processing

| | |
|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Advanced Topics Speech and Audio Processing |
| **Modulkürzel** | phy696 |
| **Kreditpunkte** | 6.0 KP |
| **Workload** | 180 h<br>(<br>Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs<br>) |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics |
| **Zuständige Personen** | • Doclo, Simon (Modulverantwortung)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Gerkmann, Timo (Prüfungsberechtigt) |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Basic principles of discrete-time signal processing (preferably completed the course Digital Signal Processing). In addition, Matlab programming skills are required. |
| **Kompetenzziele** | The students gain in-depth knowledge about speech and audio processing methods and systems. The students gain practical insights by implementing and evaluating these methods for specific speech and audio applications. |
| **Modulinhalte** | After reviewing the basic principles of speech processing and statistical signal processing (adaptive filtering, estimation theory), this course covers techniques and underlying algorithms that are essential in many modern-day speech communication and audio processing systems (e.g. mobile phones, hearing aids, headphones): acoustic echo and feedback cancellation, noise reduction, dereverberation, microphone and loudspeaker array processing, active noise control. During the exercises a typical hands-free speech |
| **Literaturempfehlungen** | o o J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008. o P. Vary, R.<br><br>J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008;<br><br>P. Vary, R. Martin: Digital Speech Transmission, Wiley, 2006;<br><br>P. Loizou: Speech Enhancement: Theory and Practice, CRC Press, 2017;<br><br>S. Haykin: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2013,<br><br>E. Vincent, T. Virtanen, S. Gannot: Audio source separation and speech<br><br>Enhancement, Wiley, 2018. |
| **Links** | |
| **Unterrichtssprache** | Englisch |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt |
| **Modulart** | Wahlpflicht / Elective |
| **Modullevel** | MM (Mastermodul / Master module) |
| **Lehr-/Lernform** | Lecture: 2hrs/week, Exercise: 2hrs/week |
| **Vorkenntnisse** | Basic principles of discrete-time signal processing (preferably completed the course Digital Signal Processing). In addition, Matlab programming skills are required |

| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform |
|---|---|---|
| **Gesamtmodul** | | oral exam (30 minutes) or homework or practical report |

| | |
|---|---|
| **Lehrveranstaltungsform** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **Angebotsrhythmus** | SoSe oder WiSe |

# Abschlussmodul

### mam - Masterarbeitsmodul

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modulbezeichnung** | Masterarbeitsmodul | | |
| **Modulkürzel** | mam | | |
| **Kreditpunkte** | 30.0 KP | | |
| **Workload** | 900 h | | |
| **Verwendbarkeit des Moduls** | • Master Engineering Physics (Master) > Abschlussmodul | | |
| **Zuständige Personen** | • Brückner, Hans Josef (Prüfungsberechtigt)<br>• Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt)<br>• Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt)<br>• Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt)<br>• Struve, Bert (Prüfungsberechtigt)<br>• Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt)<br>• Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt)<br>• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)<br>• Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt)<br>• Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt)<br>• Hartmann, Alexander (Prüfungsberechtigt)<br>• Schüning, Thomas (Prüfungsberechtigt)<br>• Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt)<br>• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)<br>• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)<br>• Neu, Walter (Prüfungsberechtigt)<br>• Kunz-Drolshagen, Jutta (Prüfungsberechtigt)<br>• Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt)<br>• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)<br>• Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt)<br>• Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt)<br>• Nilius, Niklas (Prüfungsberechtigt)<br>• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt)<br>• Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt)<br>• Strybny, Jann (Prüfungsberechtigt)<br>• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt)<br>• Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt)<br>• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)<br>• Wollenhaupt, Matthias (Prüfungsberechtigt)<br>• der Masterarbeit, BetreuerIn (Modulverantwortung) | | |
| **Teilnahmevoraussetzungen** | Master Curriculum Engineering Physics | | |
| **Kompetenzziele** | Die erlernten Kenntnisse und Methoden sind auf ein konkretes wissenschaftliches Problem anzuwenden und mit den erworbenen Schlüsselqualifikationen wie Teamarbeit, Projektmanagement und Präsentationstechniken zu kombinieren. | | |
| **Modulinhalte** | Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Masterstudiums. In ihrem Rahmen bearbeiten die Studierenden selbständig ein aktuelles Thema aus den Forschungsgebieten der Arbeitsgruppen. Begleitet wird die Arbeit durch ein Seminar zur Darstellung und Überprüfung der Zwischenergebnisse und des Fortgangs der Arbeit. Die Ergebnisse werden in einem Abschlusskolloquium verteidigt und sollen in der Regel zu einer wissenschaftlichen Publikation beitragen. | | |
| **Literaturempfehlungen** | Abhängig von den gewählten Veranstaltungen | | |
| **Links** | | | |
| **Unterrichtsprachen** | Deutsch, Englisch | | |
| **Dauer in Semestern** | 1 Semester | | |
| **Angebotsrhythmus Modul** | jährlich | | |
| **Aufnahmekapazität Modul** | unbegrenzt | | |
| **Modulart** | je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht | | |
| **Lehr-/Lernform** | Seminar, Labor und Selbststudium | | |
| Prüfung | Prüfungszeiten | Prüfungsform | |
| **Gesamtmodul** | | Master Thesis und Kolloquium | |
| **Lehrveranstaltungsform** | Seminar | | |

**Angebotsrhythmus**