
Modulhandbuch
Engineering Physics - Master-Studiengang
im Wintersemester 2023/2024
erstellt am 20.10.2023

phy611 - Theoretical Methods	7
phy631 - Advanced Metrology	10
phy640 - Seminar Advanced Topics in Engineering Physics	12
phy681 - Tools and Skills for Engineering Sciences	13
phy691 - Advanced Research Project (Preparation Master Thesis)	15
phy602 - Advanced Nuclear & Particle Physics	17
phy603 - Fluid Dynamics	18
phy607 - Selected Topics in Advanced Physics	19
phy633 - Optics	20
phy617 - Fourier Methods	21
phy950 - Audiologie und Akustik	23
bio279 - Grundlagen der Physiologie	25
phy614 - Personalized Medicine	27
phy678 - Processing and analysis of biomedical data	29
phy685 - Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics	30
phy686 - Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics	32
phy698 - Selected Topics on Medical Radiation Physics	33
phy959 - Medizinische Strahlenphysik II	35
phy955 - Medizinische Strahlenphysik I	36
phy964 - Advanced Computing	37
phy954 - Imaging and Data Analysis	38

phy608 - Medical Optics	39
phy632 - Spectrophysics	41
phy634 - Biophotonics and Spectroscopy	43
phy637 - Laser Design and Beam Guiding	45
phy638 - Laser Material Processing	46
phy682 - Advanced Engineering Topics in Laser and Optics	47
phy683 - Advanced Topics in Laser and Optics	48
phy965 - Engineering Scientific Instrumentation	49
phy966 - Intense Light Physics	50
phy600 - Photonics	51
phy624 - Optoelectronics	52
inf511 - Smart Grid Management	53
phy609 - Photovoltaic Physics	55
phy616 - Computational Fluid Dynamics	57
phy641 - Energy Resources & Systems	59
phy644 - Wind Energy Physics, Data & Analysis	62
phy646 - Wind Physics Student's Lab	64
phy647 - Future Power Supply Systems	66
phy648 - Wind Resources and their Applications	68
phy649 - Design of Wind Energy Systems	71
phy687 - Advanced Engineering Topics in Renewable Energies	73
phy689 - Advanced Topics in Renewable Energies	74
phy984 - Advanced Energy Materials	75

phy987 - Control of Wind Turbines and Wind Farms	76
phy967 - Advanced Laboratories in Renewable Energies	78
pre022 - Solar Energy	79
pre113 - Photovoltaic Systems	82
pre114 - Solar Energy Meteorology	85
phy964 - Advanced Computing	87
pre200 - Selected Renewable Energy Technologies	88
phy616 - Computational Fluid Dynamics	90
phy659 - Introduction to Micro Meteorology for Wind Energy	92
phy670 - Fluid Dynamics II/Wind Energy Meteorology	93
phy673 - Diffusions and Stochastic Differential Equations	94
phy674 - Turbulent Flows	95
phy684 - Wind Turbine Technology and Aerodynamics	96
phy688 - Planning and Development of Wind Farms	97
phy692 - Research Project European Wind Energy Master	98
phy991 - Stochastic Processes	99
phy992 - Time Series Analysis	100
phy993 - Advanced Time Series Analysis	101
phy994 - Optimization and Data Fitting	102
phy995 - Physics of Sustainable Energy	103
phy996 - Offshore Wind Energy	104
phy997 - Wind Turbine Measurement Techniques	105
phy998 - Probabilistic Methods in Wind Energy	106

phy621 - Advanced Engineering Topics in Wind Energy	107
phy622 - Advanced Topics in Wind Energy	108
phy645 - Wind Physics Measurement Project	109
phy985 - Stochastic Processes in Experiments	110
phy629 - Optimization in modern Power Systems	111
phy675 - Integration of Wind Power in the Power System	112
phy981 - HardTech Entrepreneurship	113
phy986 - System Safety and Reliability Engineering	114
phy623 - Advanced Wind Energy Meteorology	115
phy625 - Deep Learning	116
phy626 - Introduction to Dynamical Systems	117
phy988 - Introduction to Machine Learning and Data Mining	118
phy627 - Hydrodynamics II	119
phy628 - Computational Tool for Data Science	120
phy629 - Advanced CFD	121
phy657 - Energy Economics	122
phy605 - Digital Signal Processing	123
phy677 - Speech processing	125
phy679 - Acoustics	126
phy685 - Advanced Engineering Topics in Biomedical Physics & Acoustics	127
phy686 - Advanced Topics in Biomedical Physics & Acoustics	129
phy694 - Machine Learning II	130

phy696 - Advanced Topics Speech and Audio Processing	
.....	132
phy960 - Psychoacoustics	
.....	133
phy964 - Advanced Computing	
.....	135
mam - Masterarbeitsmodul	
.....	136

Pflichtmodule

phy611 - Theoretical Methods

Modulbezeichnung	Theoretical Methods
Modulkürzel	phy611
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (180 h)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Cocchi, Caterina (Modulverantwortung) • Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Cocchi, Caterina (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Hartmann, Alexander (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) • Kunz-Drolshagen, Jutta (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt) • Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt) • 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	<p><u>Computer Physics</u></p> <p>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.</p> <p>-</p> <p><u>Density-functional theory</u></p> <p>The many-body problem; the Hartree-Fock approximation; Homogeneous electron gas; Hohenberg-Kohn theorems; Kohn-Sham equations; exchange-correlation potentials; pseudopotentials; basis sets.</p> <p><u>Machine learning</u></p> <p>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.</p> <p><u>Modelling and Simulation</u></p> <p>Advanced fluid dynamics including 3D, transient and compressible processes; Theory of similarity, range of dimensionless numbers; Potential Theory;</p>

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.

Literatureempfehlungen

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 Algorithms
- 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 University Press

Modelling and Simulation

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

Signal processing

- A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hall
- 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		
Modullevel / module level				
Modulart / typ of module		Pflicht / Mandatory		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		1 Prüfung: – Klausuren zwischen 90 Min. und 180 Min., – Mündliche Prüfung zwischen 20 Min. und 45 Min., – Referat zwischen 10 Seiten und 20 Seiten schriftlicher Auseinandersetzung und zwischen 15 Min. und 30 Min. Vortrag, – Hausarbeit zwischen 15 und 30 Seiten		
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Huke, Philipp (Modulverantwortung) • Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) • Huke, Philipp (Modulberatung) 			
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele	<p>The course in Advanced Metrology sets up a high-level route enabling the students to acquire skills to allow them to operate effectively in the majors of Engineering Physics.</p> <p>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.</p> <p>Demonstrate systematic knowledge across appropriate advanced metrology technologies, management, and environmental issues to provide solutions for international industries and/or research organisations.</p>			
Modulinhalte	<p>The module combines theory and practical applications of the fundamentals 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.</p>			
Literaturempfehlungen	<p>Recent publications on specific topics</p> <p>D.L. Allen, D.W. Mills: Signal Analysis (Time, Frequency, Scale and Structure)</p> <p>T. Yoshizawa (Ed.): Handbook of Optical Metrology: Principles and Applications, 2nd rev. ed., Crc Pr Inc., 2015</p>			
Links				
Unterrichtssprache	Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	jährlich			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week first, 2 hrs/week second half of semester Experimental /Seminar work: 0 hrs/week first, 2 hrs/week second half of semester			
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		Internship report: Between 15 and 30 pages or Written 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

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
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 (Attendance: 28 hrs, Self study: 62 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Herráez, Iván (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • 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 Publications according to seminar topics	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	halbjährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Seminar: 2 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	--	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy681 - Tools and Skills for Engineering Sciences

Modulbezeichnung	Tools and Skills for Engineering Sciences		
Modulkürzel	phy681		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h (Attendance: 28 hrs, Self study: 152 hrs)		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Huke, Philipp (Modulverantwortung) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) • Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • Petrovic, Vlaho (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Reck, Martin (Prüfungsberechtigt) • Schüning, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Schellenberg, Markus (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Jonas (Prüfungsberechtigt) • Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>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 from idea to realization.</p> <p>The excursion to the fair "LASER World of PHOTONICS" in Munich is part of the course 5.04.4671 - Tools in Advanced Photonics.</p>		
Literaturempfehlungen	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Project management 2.0 : leveraging tools, distributed collaboration, and metrics for project success Harold Kerzner Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2015 - 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		
Modullevel / module level	MM-PB (Professionalisierungsbereichsmodul im Master)		
Modulart / typ of module	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Seminar: 2hrs/week; Excercise: 2hrs/week		
Vorkenntnisse / Previous knowledge			
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

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Übung		2	SoSe oder WiSe	28
Praktikum		1	SoSe oder WiSe	14
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 (Attendance: 320 hrs, Self study: 130 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Pflichtmodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt) • Knecht, Robin (Prüfungsberechtigt) • Gülker, Gerd (Prüfungsberechtigt) • Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Holtorf, Hans-Gerhard (Prüfungsberechtigt) • Torio, Herena (Prüfungsberechtigt) • Cocchi, Caterina (Prüfungsberechtigt) • Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Doerner, Karl-Joachim (Prüfungsberechtigt) • Drolshagen, Gerhard (Prüfungsberechtigt) • Englert, Lars (Prüfungsberechtigt) • Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt) • Fatikow, Sergej (Prüfungsberechtigt) • Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt) • Hartmann, Alexander (Prüfungsberechtigt) • Herráez, Iván (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) • Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt) • Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) • Lehnhoff, Sebastian (Prüfungsberechtigt) • Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt) • Kunz-Drolshagen, Jutta (Prüfungsberechtigt) • Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt) • Looe, Hui Khee (Prüfungsberechtigt) • Nilius, Niklas (Prüfungsberechtigt) • Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt) • Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • Pehlken, Alexandra (Prüfungsberechtigt) • Reck, Martin (Prüfungsberechtigt) • Ruehmann, Antje (Prüfungsberechtigt) • Schellenberg, Markus (Prüfungsberechtigt) • Schneider, Christian (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt) • Silies, Martin (Prüfungsberechtigt) • Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt) • Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt) • Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) • van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) • Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) • Wark, Michael (Prüfungsberechtigt) • 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.

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.

Students gain expertise

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-of-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 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		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Project work / 40 hours/week		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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		
SWS			
Angebotsrhythmus			
Workload Präsenzzeit	0 h		

Advanced Physics

phy602 - Advanced Nuclear & Particle Physics

Modulbezeichnung	Advanced Nuclear & Particle Physics	
Modulkürzel	phy602	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Drolshagen, Gerhard (Prüfungsberechtigt) • Looe, Hui Khee (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen	Basic lectures in physics / engineering	
Kompetenzziele	<p>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.</p> <p>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.</p>	
Modulinhalte	<p>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.</p> <p>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.</p>	
Literaturempfehlungen	<p>H. Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer Verlag, Wiesbaden, 2013; Gruppen: Astroparticle Physics, Springer Verlag, Heidelberg, 2005; Falkenberg, Rhode (Eds.): From Ultra Rays to Astroparticles, Springer Verlag, Heidelberg, 2012</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	2 Vorleseungen: 2 SWS + 2 SWS	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy603 - Fluid Dynamics

Modulbezeichnung	Fluid Dynamics	
Modulkürzel	phy603	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 84 hrs, Self study: 96 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Peinke, Joachim (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	Fundamental knowledge and comprehension on the movement of fluids	
Modulinhalte	<p>Fluid Dynamics I: 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</p> <p>Fluid Dynamics II: Reynolds-equation, "closing problem" of turbulence: Turbulence models: Cascade models, Stochastic models</p>	
Literaturempfehlungen	<p>J. Spurk, N. Aksel: Fluid Mechanics, Springer 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</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Hinweise	Unterrichtssprache: English. German on demand, if no international students participate	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week; Excercise: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Klausur
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy607 - Selected Topics in Advanced Physics

Modulbezeichnung	Selected Topics in Advanced Physics		
Modulkürzel	phy607		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h (Overall workload of 180 h)		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Gülker, Gerd (Prüfungsberechtigt) • Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt) • 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.		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Related to selected course/s		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Related to selected course/s		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	Related to selected course/s		
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung		
SWS	4		
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe		
Workload Präsenzzeit	56 h		

phy633 - Optics

Modulbezeichnung	Optics	
Modulkürzel	phy633	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Teubner, Ulrich (Modulverantwortung) • 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 aberrations, 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	<p>Born and Wolf: Principles of Optics (Cambridg Press);E.</p> <p>Hecht: Optics (Addison-Wesley);</p> <p>Pedrotti and Pedrotti: Introduction to Optics (Prentice-Hall); Saleh and Teich, Fundamentals of Photonics (Wiley);</p> <p>all those books are also available in German</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	Wintersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture plus Lab Part: 4 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	max 180 min written exam or 30 min oral exam or Lab work with report	
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy617 - Fourier Methods

Modulbezeichnung	Fourier Methods
Modulkürzel	phy617
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56hrs, Self Study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Teubner, Ulrich (Modulverantwortung)• Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt)• Silies, Martin (Prüfungsberechtigt)

Teilnahmevoraussetzungen

Kompetenzziele

Physics with ultrashort pulses:

Students will get competences on the special aspects on ultrashort laser pulses which do not play a role in standard optics or laser physics. Starting from basics, the module yields advanced knowledge of the physics of femtosecond light pulses and their interaction with matter, as well as the physics of femtosecond lasers. The students will obtain skills to work with such lasers, in particular, on generation, handling, measurement, application of femtosecond pulses.

Fourier methods:

The students acquire deeper knowledge on Fourier mathematics and its applications within physics. They will learn related definitions, properties, theorems. Many examples will be presented. The students should be able to apply Fourier technology for physical and technical problems, in particular with relation of spatial and temporal domain to (spatial) frequency domain. They will get deepened insight on physical procedures by analysis within frequency domain.

Modulinhalte

The course consists of two parts, both strongly related to Fourier physics:

1) Physics with ultrashort pulses:

Linear and non-linear optics of ultrashort pulses such as: amplitude, phase and spectral phase of the electric field, chirp, phase and group velocity, dispersion, group velocity dispersion, pulse compression, self focusing, self phase modulation, frequency conversion, multi photon effects; femtosecond laser pulse generation and amplification with various schemes, measurement of ultrashort pulses; applications

2) Fourier methods:

Motivation: Application of Fourier transformation within physics. Examples of Fourier pairs; properties of Fourier transformation; symmetries; important theorems; displacement, differentiation, convolution, uncertainty relation; examples to convolution theorem, frequency comb, Hilbert transformation, auto correlation function methods of time/frequency analysis, Wigner distribution; Fourier transformation in higher dimensions: tomography; discrete Fourier transformation, sampling theorem; applications

Literatureempfehlungen

Physics with ultrashort pulses:

C. Rullière: Femtosecond Laser Pulses. Springer, Berlin, 2004

J.-C. Diels, W. Rudolph: Ultrashort Laser Pulse Phenomena. Academic Press, Amsterdam, 2006

K. Jesse: Femtosekundenlaser. Springer, Berlin, 2005

A.M. Weiner: Ultrafast Optics, Wiley

Fouriertechniken in der Physik:

R. Bracewell: "The Fourier Transform and its Applications", McGraw-Hill, 3. Auflage (1999)

T. Butz: "Fouriertransformation für Fußgänger", Vieweg+Teubner, 7. Auflage (2011)

D. W. Kammler: "A First Course in Fourier Analysis", Cambridge University Press (2008)

M. Wollenhaupt, A. Assion and T. Baumert: "SpringerHandbook of Lasers and Optics", Springer, Chapter 12, 2.Auflage (2012)

L. Cohen: "Time Frequency Analysis", Prentice Hall(1995)

Weitere spezielle Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	lecture: 4 SWS	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Basics of Optics and Laser Physics	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	2 * 3 hours written or 2 * 30 minutes oral exams	
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy950 - Audiologie und Akustik

Modulbezeichnung	Audiologie und Akustik
Modulkürzel	phy950
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (180 h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium: 124h))
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Advanced Physics
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• van de Par, Steven (Modulverantwortung)• Kollmeier, Birger (Modulverantwortung)• van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt)• Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt)• Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Einführendes Akustik Modul
Kompetenzziele	Die Studierenden erwerben theoretische Grundlagen und fortgeschrittene Methoden der Psychophysik, Audiologie und Akustik. Sie erlangen Fertigkeiten zum sicheren und selbstständigen Umgang mit modernen Konzepten und Methoden der Angewandten Physik.
Modulinhalte	<p><i>Psychophysik und Audiologie</i></p> <p>- Physiologie: Überblick über Hörsystem, Außenohr, Virtuelle Akustik, Mittelohr, Stapediusreflex, Innenohrfunktion, Cochleamodelle, Makro und Mikromechanik der Cochlea., Otoakustische Emissionen (Theorie), Innere Haarzellen, Auditorischer Nerv, Hirnstamm, Tonotopie, binaurale Verschaltung, Periodizitätentuning, Cortex (A1), Evozierte Felder (MEG) und Potentiale (EEG).</p> <p>- Audiologie: Audiogramm, BERA, Schalleitungs- und Schallempfindungsstörungen, Tinnitus, Otoakustische Emissionen (Diagnostisch), Stapediusreflexaudiometrie, Impedanzaudiometrie</p> <p>- Psychophysik: Wahrnehmungsgrößen, JNDs, Weber-Fechnersches Gesetz, Schwellen, Signaldetektion, dprime/ROC, Lautheit, Tonhöhe, Stevenssches Gesetz, Zeitliche und spektrale Maskierung, Modulationswahrnehmung, auditorische Szenenanalyse, effektive Signalverarbeitungs-Modelle</p> <p><i>Akustik</i></p> <p>Schwingungen und Wellen, physikalische Grundlagen der Akustik, Erzeugung und Ausbreitung von Schall, Messung und Bewertung von Schall, Verarbeitung und Analyse akustischer Signale, Akustik von Stimme und Sprache, Sprachpathologie, Schalldämmung und -dämpfung, Raum- und Bauakustik, Elektroakustik, Musikalische Akustik, Stoßwellen, ausgesuchte Kapitel der Akustik, der Vibrationen und des Ultraschalls.</p>
Literaturempfehlungen	<p>B. Kollmeier: Skriptum Physikalische, technische und medizinische Akustik, Universität Oldenburg;</p> <p>H. Kuttruff, Akustik: Eine Einführung, 2004;</p> <p>P. Damaske, Acoustics and Hearing, Springer, 2008;</p> <p>M. Heckl, G. Müller: Taschenbuch der technischen Akustik, Springer-Verlag, 2012</p>
Links	
Unterrichtssprache	Deutsch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich

Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Vorlesung: 3 SWS, Übung: 1 SWS	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Einführendes Akustik Modul	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung (1 oder 2 Prüfungen)	
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

Schwerpunkt: Biomedical Physics

bio279 - Grundlagen der Physiologie

Modulbezeichnung	Grundlagen der Physiologie	
Modulkürzel	bio279	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics • Master of Education (Sonderpädagogik) Biologie (Master of Education) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Heyers, Dominik (Modulverantwortung) • Köppl, Christine (Modulberatung) • Dedek, Karin (Modulberatung) • Heyers, Dominik (Prüfungsberechtigt) • Köppl, Christine (Prüfungsberechtigt) • Dedek, Karin (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	<p>[nop] ++ 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[nop] 1. Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Zusammenhänge der Physiologie mit Schwerpunkt Humanphysiologie. Vermittlung des Zusammenhanges von Struktur und Funktion als wesentliches Basiskonzept 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</p>	
Modulinhalte	<p>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.</p>	
Literaturempfehlungen	<p>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)</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level		
Modulart / typ of module	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Vorlesung	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	innerhalb weniger Wochen nach Ende der WS-Vorlesungszeit	1 Klausur
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus		

Workload Präsenzzeit

56 h

phy614 - Personalized Medicine

Modulbezeichnung	Personalized Medicine	
Modulkürzel	phy614	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (attendance: 56 hrs, self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Schmidt, Thorsten (Modulverantwortung) • 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 give an introduction to a data-driven view of disease biology	
Literaturempfehlungen	<p>Genomic and Personalized Medicine:</p> <p>V1-2 Huntington F. Willard, Geoffrey S. Ginsburg; Academic Press; 2. Edition. (30. Oktober 2012);</p> <p>Cancer Genomics:</p> <p>From Bench to Personalized Medicine; Graham Dellaire, Jason Berman; Academic Press; 1. Edition (17. January 2014);</p> <p>Systems Biology:</p> <p>A Textbook; Eda Klipp et al (2009); Wiley-VCH Verlag GmbH, Co. KGaA; Auflage: 1. Edition;</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy678 - Processing and analysis of biomedical data

Modulbezeichnung	Processing and analysis of biomedical data	
Modulkürzel	phy678	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>Kirkwood B.R. and Sterne A.C., Essential Medical Statistics: 2nd edition. Blackwell Science. Oxford, 2003;</p> <p>Cho, Z.H. and Singh J. P. J.M.: Foundations of Medical Imaging. John Wiley, New York, 1993;</p> <p>Kutz, J.N. Data-Driven Modeling and Scientific Computation: Methods for complex systems and Big Data. Oxford University Press, Oxford, 2013</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week; Exercise: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

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 (Overall workload of 180 h)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Doclo, Simon (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt) • Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt) • Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) • Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt) • Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) • van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) 			
Teilnahmevoraussetzungen	Depending on selected courses			
Kompetenzziele	<p>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.</p>			
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 offers 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.			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Depending on selected courses, one or two examinations			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Overall workload of 180 h)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Doclo, Simon (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt) • Bitzer, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt) • Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt) • Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt) • van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) • 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 specific 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Depending on selected courses			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Poppe, Björn (Modulverantwortung)• Looe, Hui Khee (Prüfungsberechtigt)• Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt)• Ruehmann, Antje (Prüfungsberechtigt)• Chofoor, Ndimofor (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

5.04.4242:

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.

5.04.4642:

Der Kurs vermittelt die Fähigkeit zum Verständnis grundlegender Anwendungen der 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.

Modulinhalte

5.04.4242:

Aktuelle Themen aus der Medizinischen Strahlenphysik

wie: IMRT, NMR, PET, SPECT usw.;

5.04.4642:

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.

Literaturempfehlungen

5.04.4242:

Aktuelle Themen aus der Medizinischen Strahlenphysik

wie: IMRT, NMR, PET, SPECT usw.;

5.04.4642:

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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy959 - Medizinische Strahlenphysik II

Modulbezeichnung	Medizinische Strahlenphysik II	
Modulkürzel	phy959	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 58 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen	Medizinische Strahlenphysik I	
Kompetenzziele	Die Studierenden werden die grundlegenden Kompetenzen eines Strahlenschutzbeauftragten kennen lernen. Dazu gehören neben den fachlichen Grundlagen im Strahlenschutz insbesondere die Kompetenz sich im deutschen Gesetz und Verwaltungssystem im Bereich des Strahlenschutzes zurecht zu finden.	
Modulinhalte	Strahlenschutz in der Tele- und Brachytherapie, Aufbau von Beschleunigern, Dosimetrie, Baulicher und Organisatorischer Strahlenschutz, StrSchG und StrSchV sowie zugehörige DIN Normen.	
Literaturempfehlungen	StrSchG, StrSchV verschiedene DIN Normen	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Medizinische Strahlenphysik I	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Written examination: Between 90 and 180 minutes or Oral examination: Between 20 and 45 minutes
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy955 - Medizinische Strahlenphysik I

Modulbezeichnung	Medizinische Strahlenphysik I	
Modulkürzel	phy955	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen	Medizinische Strahlenphysik I	
Kompetenzziele	Die Studierenden erlernen die Grundlegenden Inhalte der Bildgebenden Verfahren und des Strahlenschutzes. Sie werden im Rahmen des Grundkurses Strahlenschutz zudem erstmals mit dem beruflichen Fort- und Weiterbildungssystem in Deutschland vertraut gemacht.	
Modulinhalte	<p>5.04.4022 Spezialkurs Strahlenschutzseminar Strahlenschutz in der Tele- und Brachytherapie, Aufbau von Beschleunigern, Dosimetrie, Baulicher und Organisatorischer Strahlenschutz, StrSchG und StrSchV sowie zugehörige DIN Normen</p> <p>5.04.4021 Bildgebende Verfahren Bildgebende Verfahren: Grundlagen der Bildgebenden Verfahren in der Medizin: CT, MRT, Ultraschall, Nuklearmedizin SPECT, PET sowie grundlegende Rekonstruktionstechniken</p>	
Literaturempfehlungen	<p>Grundkurs Strahlenschutz: Unterlagen werden zur Verfügung gestellt (Skript)</p> <p>Bildgebende Verfahren: werden in der VL bekannt gegeben.</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	2 Lecture: each 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	2 Written examinations: Between 45 and 90 minutes or Oral examinations: Between 10 and 20 minutes	2 Written examinations: Between 45 and 90 minutes or Oral examinations: Between 10 and 20 minutes
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy964 - Advanced Computing

Modulbezeichnung	Advanced Computing		
Modulkürzel	phy964		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Doclo, Simon (Modulverantwortung) 		
Teilnahmevoraussetzungen	Basic knowledge in computing, knowledge in undergraduate mathematics and physics		
Kompetenzziele	Learning of advanced programming concepts and their application in biomedical physics, acoustics, laser and optics, and renewable energies.		
Modulinhalte	Advanced programming concepts for C, python and Matlab; Artificial Intelligence and Data Science; Visual Computing; Software Engineering		
Literaturempfehlungen			
Links			
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week; Exercise: 2hrs/week		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Basic knowledge in computing, knowledge in undergraduate mathematics and physics		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul		written exam: max 180 minutes or oral exam: max 30 minutes	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus Workload Präsenz
Vorlesung		4	SoSe oder WiSe 56
Übung		4	SoSe oder WiSe 56
Präsenzzeit Modul insgesamt			112 h

phy954 - Imaging and Data Analysis

Modulbezeichnung	Imaging and Data Analysis	
Modulkürzel	phy954	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen	Knowledge from the courses Astrophysics I and II	
Kompetenzziele	The students learn to use modern astronomical instruments for observation (photographic) and spectroscopy, as well as to evaluate the obtained measurement data. They will gain insights into different areas of astrophysics and data processing and will be introduced to cutting-edge research areas. In addition, students learn how a consistent description of astrophysical processes emerges from observational data, theory and modeling.	
Modulinhalte	Preparation of observations in a seminar including selection of relevant objects, determination of observation techniques (e.g. high resolution photography or spectroscopy), execution of observations at C2PU ("Centre Pédagogique Planète et Univers, South of France") and evaluation of observations.	
Literaturempfehlungen	<p>B.W. Carroll, Introduction to Modern Astrophysics, Addison-Wesley, 2013</p> <p>M. Camenzind, Compact Objects in Astrophysics, Springer, 2007</p> <p>P. Lena, D. Ruoan Observational Astrophysics, Springer 2012</p> <p>J.L. Starck, F. Murtagh, Astronomical Image and Data Analysis, Springer 2006</p> <p>D.S. Birney, G. Gonzalez. Observational Astronomy, Cambridge University Press, 2006</p> <p>BDWarner, Photometry and Lightcurve Analysis, Springer 2006</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Knowledge from the courses Astrophysics I and II	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Written examination: Between 90 and 180 minutes or Oral examination: Between 20 and 45 minutes
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

Schwerpunkt: Laser and Optics

phy608 - Medical Optics

Modulbezeichnung	Medical Optics			
Modulkürzel	phy608			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h (Attendance:56 hours, Self study: 124 hours)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> Neu, Walter (Modulverantwortung) Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) 			
Teilnahmevoraussetzungen	Medizin for Scientist , Optics, Laser Physics			
Kompetenzziele	To provide advanced knowledge in the field 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 traffic, optical measurements on patients, diagnostic and therapeutic laser applications, radiation protection (infrared, UV, laser), microscopy, detection and subdetection limited methods, optical spectroscopy, fluorescence methods.			
Literaturempfehlungen	<p>Media: Lecture script, transparencies, blackboard, electronic media, presentation, lecture practical demonstrations</p> <p>Literature: Bille, J., Schlegel, W.: Medizinische Physik 3. Medizinische Laserphysik. Springer, Berlin, 2005. ISBN: 3540266305</p> <p>Faller, A., Schünke, M.: Der Körper des Menschen. Thieme Verlag, 2004.</p> <p>Glaser, R.: Biophysics. Springer-Verlag, 2001 Dössel, O.: Bildgebende Verfahren in der Medizin. Springer-Verlag, 2000.</p> <p>Hoppe, W., Lohmann, W., Markl, H., Ziegler, H. (Hrsg.): Biophysik. Springer-Verlag 1982</p> <p>J. Kiefer: Biological Radiation Effects, Springer Verlag 1990</p>			
Links				
Unterrichtssprache	Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	jährlich			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture / 4 hrs/week			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Attendance: 28 hrs, Self study: 62 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>A. Thorne, U. Litzen, S. Johansson: Spectrophysics. Principles and Applications. Springer, 1999. ISBN 978-3540651178;</p> <p>J.M. Hollas, M.J. Hollas: Modern Spectroscopy. Wiley, 2003. ISBN 978 0470844168;</p> <p>S. Svanberg: Atomic and molecular spectroscopy. Basic aspects and practical applications. Springer, 2001.;</p> <p>W. Demtröder, Laser Spectroscopy Vol. 1and2, Springer, 5nd ed. 2014 and 4th ed., 2008;</p> <p>Saleh and Teich, Fundamentals of Photonics (Wiley); Recent publications on specific topic</p>	
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 3 hrs/week, Laboratory: 1 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	

Workload Präsenzzeit

56 h

phy634 - Biophotonics and Spectroscopy

Modulbezeichnung	Biophotonics and Spectroscopy	
Modulkürzel	phy634	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Koch, Sandra (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • 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	
Literatureempfehlungen	<p>R. Noll: Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. Fundamentals and Applications. Springer, Berlin, 2012. ISBN: 978-3-642-20667-2;</p> <p>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;</p> <p>Braun, M., Gilch, P., Zinth, W.: Ultrashort Laser Pulses in Biology and Medicine. Springer Berlin; 2007. ISBN-13: 978-3540735656;</p> <p>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;</p> <p>B. Di Bartolo, John Collins (Eds.): Biophotonics: Spectroscopy, Imaging, Sensing, and Manipulation. Springer Netherlands, 2011. ISBN: 978-90-481-9976-1;</p> <p>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;</p> <p>Recent publications on specific topics</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	Sommer- oder Wintersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2 hrs/week, Seminar: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week , practical applications included in lecture	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy638 - Laser Material Processing

Modulbezeichnung	Laser Material Processing	
Modulkürzel	phy638	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Schüning, Thomas (Modulverantwortung) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>Script</p> <p>William M. Steen: Laser Material Processing, Springer, 2010</p> <p>J. Down, W. Schulz: The Theory of Laser Materials Processing, Springer, 2017</p>	
Links		
Unterrichtssprachen		
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

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 (Overall workload of 180 h)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) • 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.			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Related to selected course/s			
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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 (180 h)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Neu, Walter (Modulverantwortung) • Englert, Lars (Prüfungsberechtigt) • Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) • Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt) • 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		
Unterrichtssprachen	Englisch, Deutsch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	Sommer- oder Wintersemester	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Related to selected course/s	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy965 - Engineering Scientific Instrumentation

Modulbezeichnung	Engineering Scientific Instrumentation			
Modulkürzel	phy965			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Huke, Philipp (Modulverantwortung) • Huke, Philipp (Prüfungsberechtigt) 			
Teilnahmevoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Basic tools in physics and engineering • Knowledge about current research areas • Basics in optics and spectroscopy • Advanced Metrology 			
Kompetenzziele	Understanding the evolution of a scientific experiment from scratch to conduction. Understanding the physics / capabilities of an instrument. Learning tools for the development of a scientific instrument with an engineering and science team.			
Modulinhalte	<p>Relevant scientific questions often require large scientific facilities like CERN or the ELT to conduct their experiment.</p> <p>The evolution of a scientific project from a question to a real experiment is a complex process between large teams of engineers and scientists.</p> <p>In this course students will learn:</p> <ol style="list-style-type: none"> How to derive specification from a scientific question Translate these specifications to engineering Develop first simulations of the experiment Develop the physical design of an instrument including <ol style="list-style-type: none"> Trade-off studies Management tools for the communication Engineering tools for the instrument Create a model of the instrument Conduct the experiment in the virtual environment <p>Example project(s) from astrophysics</p>			
Literatureempfehlungen	White/Blue books of Instruments			
Links				
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 3 hrs/week first, 2 hrs/week second half of semester; Seminar: 1 hrs/week first 2 hrs/week second half of the semester			
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul			Internship report: Between 15 and 30 pages or Written examination: 120 minutes	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Seminar		2	SoSe oder WiSe	28
Präsenzzeit Modul insgesamt				56 h

phy966 - Intense Light Physics

Modulbezeichnung	Intense Light Physics	
Modulkürzel	phy966	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Teubner, Ulrich (Modulverantwortung) • Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen	Basics in optics and laser physics, in particular, Fundamentals of Optics and Photonics; Atomic Physics, Electrodynamics	
Kompetenzziele	The students acquire broad experimental knowledge of the application of intense light from femtosecond and high power laser systems. They should be acquainted with the interaction of intense light with matter in general and with respect to important scientific and technical applications (in industry) such as laser material processing, high field physics (i.e. laser matter interaction at high intensity), laser generated particle and radiation sources of ultrashort duration and/or ultrashort wavelength etc	
Modulinhalte	Femtosecond and high power laser systems and its application, absorption of intense laser light, basics of laser matter interaction at high intensity, diagnostics, applications in micro machining, laser generated ultrashort radiation such as high-order laser harmonics and femtosecond K α -sources and keV and MeV electron and ion sources and their application to micro fabrication micro and nano analysis.; atto physics, strong field physics	
Literaturempfehlungen	E.Gamaly; Femtosecond Laser-Matter Interactions(Pan Stanford); P.Gibbon: Short pulse laser interactions with matter (Imperial College Press); D.Bäuerle: Laser Processing and Chemistry (Springer); Further literature according indication during course	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week , practical applications included in lecture	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Basics in optics and laser physics, in particular, Fundamentals of Optics and Photonics; Atomic Physics, Electrodynamics	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		experimental work and laboratory reports or max. 2hr written examination or max 1h oral
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy600 - Photonics

Modulbezeichnung	Photonics	
Modulkürzel	phy600	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Teubner, Ulrich (Modulverantwortung) • Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) • 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. The excursion to the fair "LASER World of PHOTONICS" in Munich is part of this course.	
Literaturempfehlungen	<p>C. Breck Hitz, J. J. Ewing, J. Hecht, Introduction to Laser Technology, 2012, Wiley Press;</p> <p>G. Reider, Photonics, 2016, Springer Verlag; B. Struve, Einführung in die Lasertechnik, 2009, VDE Verlag;</p> <p>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)</p> <p>Original literature according indication during course</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 4 hrs/week , practical applications included in lecture	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy624 - Optoelectronics

Modulbezeichnung	Optoelectronics			
Modulkürzel	phy624			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Laser and Optics 			
Zuständige Personen				
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele				
Modulinhalte				
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtssprache	Deutsch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten		Prüfungsform	
Gesamtmodul			Klausur	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung			SoSe oder WiSe	0
Übung			SoSe oder WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				0 h

Schwerpunkt: Renewable Energies

inf511 - Smart Grid Management

Modulbezeichnung	Smart Grid Management
Modulkürzel	inf511
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Informatik (Master) > Angewandte Informatik• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule• Master Wirtschaftsinformatik (Master) > Akzentsetzungsmodulare der Informatik
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Lehnhoff, Sebastian (Modulverantwortung)• 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 zu analysieren.

Kompetenzziele

Fachkompetenzen

Die Studierenden

- benennen und erkennen die bestehenden Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie und deren Zusammenspiel und Abhängigkeiten untereinander
- benennen notwendigen informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse zur Führung und zum Betrieb elektrischer Energiesysteme
- bewerten An- und Herausforderungen die sich durch den Ausbau und die Integration unvorhersehbar fluktuierender dezentraler Erzeuger in das bestehende System ergeben
- schätzen den Einfluss von verteilten Regelkonzepten und Algorithmen für dezentrale Erzeuger und Verbraucher in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme ein

Methodenkompetenzen

Die Studierenden

- analysieren Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischer Energiesysteme
- verwenden weiterführende mathematische Methoden der Netzberechnung

Sozialkompetenzen

Die Studierenden

- erarbeiten in Kleingruppen Lösungen zu gegebenen Problemen
- diskutiert die eigenen Lösungen mit anderen

Selbstkompetenzen

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:

- Organisation des europäischen Energiemarktes (Regulatorischer Rahmen, Verantwortlichkeiten im liberalisierten elektrischen Energiesystem)
- Aufbau und Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze (Netztopologien, Versorgungsaufgabe, Netznutzungsentgelte, Versorgungsqualität/Systemdienstleistungen, Störfälle und Schutzsysteme)
- Netzberechnung (Komplexe Zeigerdarstellung, Wirk-/Blindleistung, mathematische Leistungsmodelle/Netzmodelle, Abbildungen: Knotenleistungen zur Knotenspannungen / -strömen, Berechnung von Leitungsströmen, Leistungsflussrechnung, Fixpunktiterationsverfahren, Newton-Raphson-Methode, Spannungsabfall, Trafomodell)
- Intelligentes Netzmanagement (Smart Grids), Aggregationsformen, Ansätze des maschinellen Lernens)

Literaturempfehlungen

- Konstantin, P.; Praxisbuch Energiewirtschaft, Springer 2006
- Schwab, A.; Elektroenergiesysteme, Springer 2009
- Kirtley, J.L.; Electric Power Principles, John Wiley & Sons, 2010
- Gremmel, H.; ABB Schaltanlagen-handbuch, Cornelsen 2007
- Lehnhoff, S.; Dezentrales vernetztes Energiemanagement, 2010
- 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			
Modullevel / module level				
Modulart / typ of module				
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	1VL + 1Ü			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies • Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt) • Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt) 			
Teilnahmevoraussetzungen	Solid-state-Physics, 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 electrical 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	<p>S. Hegedus, A. Luque, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, published John Wiley and Sons(2nd Edition 2011);</p> <p>Christiana Honsberg and Stuart Bowden, PVCDROM, http://www.pveducation.org/pvcdrom/instructions, Access date 2.10.2014;</p> <p>lecture notes for the respective courses</p>			
Links				
Unterrichtssprache	Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	Sommersemester			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Vorlesung: 4 SWS, Übung: 2 SWS			
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies • Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Lukassen, Laura (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • 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 fluid dynamics. 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	<p>CFD I:</p> <p>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.</p> <p>CFD II:</p> <p>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.</p>	
Literaturempfehlungen	<p>J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002;</p> <p>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;</p> <p>P. Sagaut, Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, Springer, Berlin, 1998;</p> <p>J. Fröhlich, Large Eddy Simulationen turbulenter Strömungen, Teubner, Wiesbaden, 2006 (in German)</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week, Excercise: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		-Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung Written examination: Between 90 and 180 minutes

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
		or Oral examination: Between 20 and 45 minutes or 1 Term paper: Between 15 and 30 pages
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl (Vorlesungen oder Praktikum oder Seminar)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy641 - Energy Resources & Systems

Modulbezeichnung	Energy Resources & Systems
Modulkürzel	phy641
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (180 h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium: 124h))
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master European Master in Renewable Energy (Master) > Mastermodule• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Knipper, Martin (Modulverantwortung)• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)• Schmidt, Thomas (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none">• characterize the global energy system and analyze the structure and constraints of today's energy system,• explain the availability and connection between solar and wind energy,• identify the problems and challenges of energy supply due to fluctuating energy resources with varying and seasonal load profiles,• relate the solar irradiance conversion process as well as the atmospheric radiation balance of the earth to Wind Energy Meteorology.
Modulinhalte	<p>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.</p> <p>Energy Meteorology (Lecture - 90 h workload)</p> <p>Section I: Solar Irradiance</p> <ul style="list-style-type: none">• Radiation laws,• Solar geometry,• Interaction of solar irradiance with the atmosphere,• Radiation climatology,• Solar radiation model,• Statistical properties of solar irradiance,• Measuring devices to ascertain solar radiation balance,• Satellite-supported data acquisition to assess solar irradiance, <p>Section II: Wind Flow</p> <ul style="list-style-type: none">• Origin and potential of atmospheric energy movements, Heat balance of the atmosphere,• Physical laws of atmospheric flow,• Wind circulation in the atmosphere, local winds,• Wind flow in atmospheric layers (vertical structure, Ekman Layer),• Assessment of wind potential (European Wind Atlas: model, concept),• Wind Measurements, <p>Energy Systems (Lecture - 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none">• Definitions, separation electrical - thermal energy use,• Resources and reserves,• Energy system analysis: Efficiencies at various levels of the energy chain; Exergy analysis,• Energy scenarios,

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

Literaturempfehlungen

Energy Meteorology:

- IEA World Energy Outlook (<http://wordenergyoutlook.org/>)
- Iqbal, M. 1984: An Introduction to Solar Radiation, Academic Press, Toronto
- Liou, K.-N. 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, Academic Press: 2nd edition, Page 2 of 39
- Peixoto, J.P. and Oort A.H. 2007: Physics of Climate Book, Surge Publishing
- Rasmussen, B. 1988: Wind Energy, 2, Routledge: 1st edition
- Sathyajith, M. 2006: Wind energy: fundamentals, resource analysis and economics, Springer
- Stull, R.B. 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Springer 1st edition

Energy Systems:

- Ramage, J.: Energy: A Guide Book (Oxford University Press, 1997)
- Boyle, G. et al. (Eds.): Energy Systems and Sustainability (Oxford University Press, 2003)
- Blok, K.: Introduction to Energy Analysis (Technische Universiteit Delft, 2007)
- Houghton, J.: Global Warming: The Complete Briefing, 5th Ed. (Cambridge University Press, 2015)
- UNDP (Ed.): World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability (2000/2004), <http://www.undp.org/energy/weapub2000.htm>
- GEA: Global Energy Assessment { Toward a Sustainable Future 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)
- 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)
- 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>)
- EIA: International Energy Outlook 2016 (www.eia.doe.gov/forecasts/ieo/)
- 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture, Exercises	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		2 Written Exams (max 90 min each)
	At the end of the lecture period	

Lehrveranstaltungsform	Vorlesung
SWS	4
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe

Workload Präsenzzeit

56 h

phy644 - Wind Energy Physics, Data & Analysis

Modulbezeichnung	Wind Energy Physics, Data & Analysis
Modulkürzel	phy644
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (attendance: 2*28 hrs, self-study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt) • 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, - Interpret such measurements gained in the field of wind energy applications, - Critically evaluate measured data
Modulinhalte	The winter term lecture teaches the basic knowledge in wind energy physics. Physical properties of fluids, wind characterization and anemometers, aerodynamic aspects of wind energy conversion, dimensional analysis, (pi-theorem), and wind turbine performance, design of wind turbines, electrical systems. The sequentially following WPhyMPr addresses 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(analysis and conversion of data from LIDAR measurements)
Literaturempfehlungen	<p>R. Gasch , J. Twele : Wind Power Plants Fundamentals, Design, Construction and Operation, 2nd Ed., Springer Verlag, 2012, ISBN: 978 3 642 22937 4</p> <p>S. Emeis : Wind Energy Meteorology: Atmospheric Physics for Wind Power Generation, Springer, 2012</p> <p>Evaluation of site specific wind conditions; MEASNET Guideline; Version 1; November 2009; free available in the internet: http://www.measnet.com/wpcontent/ uploads/2012/04/Measnet_SiteAssessment_V10.pdf</p> <p>IEC 61400 12 1:2005 Power performance measurements of electricity producing wind turbines; guideline</p>
Links	
Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	jährlich
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt
Hinweise	The module starts in the winter term: Wind Energy Physics has to be taken before participating in Wind Physics Measurement Project
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Seminar: 2 SWS, Seminar: 2 SWS

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Prüfung

Prüfungszeiten

Prüfungsform

Gesamtmodul

Portfolio

Lehrveranstaltungsform

Vorlesung

SWS

4

Angebotsrhythmus

SoSe oder WiSe

Workload Präsenzzeit

56 h

phy646 - Wind Physics Student's Lab

Modulbezeichnung	Wind Physics Student's Lab
Modulkürzel	phy646
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>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 fields 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 field of control engineering. The seminar uses an experimental system which allows to investigate control tasks and interaction mechanisms of the functional chain of wind field, rotor, drive train, generator, transformer and electric grid. The seminar consists of three main phases:</p> <p>1st phase: Preparational learning</p> <ul style="list-style-type: none"> • building up basic competences • identification of the technical tasks • introduction to current research • introduction to the experiment • investigating standard situations, physical effects and functional principles by means of the experimental system <p>2nd phase: Research-based learning</p> <ul style="list-style-type: none"> • defining own research questions • defining an experimental strategy • planning the experiment • set-up, execution, data acquisition and decommissioning of the experiment <p>3rd phase: Evaluation and documentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • evaluating the experiment • documentation with a short report (paper) • presentation. <p>The seminar "Wind turbine rotor in turbulent inflow" is connected to the scientific work of the research group Turbulence, Wind Energy and Stochastics (TWIST). In this seminar, turbulent wind fields and their effects 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. The students gain a deep understanding of the phenomenon of 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. The seminar consists of three main phases:</p> <p>1st phase: Preparational learning</p>

- building up basic competences
- introduction to current research
- practical measurements of flows with different sensors in the wind tunnel
- evaluation methods of data of turbulent wind flows

2nd phase: Research-based learning

- defining own research questions
- defining an experimental strategy
- planning the experiment
- set-up, execution, data acquisition and decommissioning of experiments

3rd phase: Evaluation and documentation
evaluating the experiments

Literatureempfehlungen	English Language: Robert Gasch, Wind Power Plants - Fundamentals, Design, Construction and Operation, 2nd Ed., 2012, Springer-Verlag; ISBN: 978-3-642-22937-4 German Language: Robert Gasch, Windkraftanlagen - Grundlagen und Entwurf, 9th Ed., 2016, Springer + Vieweg; ISBN: 978-3-658-12360-4 German Language: CEwind eG / Alois Schaffarczyk, Einführung in die Windenergietechnik; 1st Ed. 2012, Carl Hanser Verlag, Munich English Language: Erich Hau, Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 3rd Ed., 2013, Springer-Verlag; ISBN 978-3-642-27151-9 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.	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Seminar with laboratory experiments for research oriented learning / Seminar mit Blockpraktikum zum forschungsbasierten Lernen: 4 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy647 - Future Power Supply Systems

Modulbezeichnung	Future Power Supply Systems
Modulkürzel	phy647
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies • Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt) • Torio, Herena (Modulverantwortung) • Agert, Carsten (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	Knowledge from module RE technology I, Mathematics
Kompetenzziele	<p>After successful completion of the module students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • explain the management, power balancing and the provision of ancillary services within future electricity grid configurations with high shares of fluctuating and distributed generation • perform power system simulation with related software tools • describe different grid-designs, including mini- and microgrids • 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. • 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	<p>Future Power Supply Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technology and characteristics of conventional power plants based e. g. on coal, gas, and nuclear, • Fundamentals, structure, technologies and operation of (AC-) electricity grids (incl. balancing power, voltage management, etc.), • 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, • 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, • "Smart City", "Smart Grid", "Smart Home", • Mini- and Micro-Grids, • Energy scenarios and modelling, • Chemical energy carriers in the energy system: power-to-gas (e.g. methane) and power-to-liquids (e.g. methanol)
Literaturempfehlungen	<p>Future Power Supply Systems:</p> <p>Buchholz, B.M., Styczynski Z. (2014). Smart Grids - Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer Ed., 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, Schlögl, R. (2013) Ed., Chemical Energy Storage, De Gruyter</p>
Links	
Unterrichtssprache	Englisch
Dauer in Semestern	1 Semester
Angebotsrhythmus Modul	Sommersemester
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt

Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture and Seminar: 4 hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy648 - Wind Resources and their Applications

Modulbezeichnung	Wind Resources and their Applications
Modulkürzel	phy648
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 72 hrs, Self study: 108 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies • Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>Advanced Wind Energy Meteorology (Lecture – 90 h workload)</p> <p>Atmospheric Boundary Layer (turbulence, vertical structure, special BL effects)</p> <p>Atmospheric Flow Modelling: Linear models, RANS and LES models</p> <p>Wind farm modelling</p> <p>Offshore-Specific Conditions</p> <p>Resource Assessment and Wind Power Forecasting</p> <p>Wind Measurements and Statistics</p> <p>Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind</p> <p>Farm Operations (Lecture – 90 h workload)</p> <p>Evaluation of Wind Resources</p> <p>Weibull Distribution</p> <p>Wind velocity measurements to determine energy yield</p> <p>Basics of Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP) Method, Partial models using WAsP</p> <p>Measure-Correlate-Predict (MCP) Method of long term corrections of wind measurement data in correlation to long term reference data</p> <p>Conditions for stable, neutral and instable atmospheric conditions</p> <p>Wind yield from wind distribution and the power curve</p> <p>Basics in appraising the yearly wind yield from a wind turbine.</p>

Wake Effect and Wind Farm
 Recovery of original wind fields in the downstream of wind turbines
 Basics of Risø Models
 Spacing and efficiency in wind farms
 Positive and Negative Effects of Wind Farms
 Wind Farm Business
 Income from the energy yield from wind farms
 Profit optimization by increase of energy production
 Wind farm project development
 Wind farm operation and
 Surveillance of power production vs. wind climate, power curves, and turbine availability

Literatureempfehlungen

Advanced Wind Energy Meteorology
 Holton, J.R. and G. J. Hakim, 2013: An Introduction to Dynamic Meteorology, 5th Edition, Academic Press, New York
 Stull, R.B., 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Pub. Wind Energy Applications - from Wind Resource to Wind Farm Operations
 Burton, T., N. Jenkins, D. Sharpe and E. Bossanyi, 2011: Wind Energy Handbook, Second Edition, John Wiley.
 Gasch, R. and J. Twele, 2012: Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation; Second Edition, Springer

<http://www.av8n.com/how/htm/airfoils.html>, Last access: 4/2016

<http://www.windpower.org/en/>, Last access: 4/2016

Links

Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Vorlesung: 4 SWS	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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
Workload Präsenzzeit	56 h

phy649 - Design of Wind Energy Systems

Modulbezeichnung	Design of Wind Energy Systems
Modulkürzel	phy649
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 108 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kühn, Martin (Modulverantwortung)• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)• Schmidt, Andreas Hermann (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Wind Energy Utilization (Bachelor) or Wind Energy (Master)
Kompetenzziele	<p>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.</p> <p>At the end of the lecture, they should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none">- estimate the site specific energy yield,- calculate the aerodynamics of wind turbines using the blade element momentum theory,- model wind fields to obtain specific design situations for wind turbines,- estimate the influence of dynamics of a wind turbine, especially in the context of fatigue loads,- transfer their knowledge to more complex topics such as simulation and measurements of dynamic loads,- calculate the economic aspects of wind turbine
Modulinhalte	<p>Introduction to industrial wind turbine design,</p> <ul style="list-style-type: none">- rotor aerodynamics and Blade Element Momentum (BEM) theory,- dynamic loading and system dynamics,- wind field modelling for fatigue and extreme event loading,- design loads and design aspects of onshore wind turbines,- simulation and measurements of dynamic loads,- design of offshore wind turbines,- power quality and grid integration on wind turbines
Literaturempfehlungen	<p>T. Burton et. al.: Wind Energy Handbook. John Wiley, New York, 2nd ed., 2011;</p> <p>R. Gasch, J. Twele: Wind Power Plants. Springer, Berlin, 2nd ed., 2011.;</p> <p>Garrad Hassan, Bladed, Wind Turbine Design Software, Theory Manual;</p> <p>Selected papers from e.g. Wind Energy Journal, Wiley Interscience</p>
Links	
Unterrichtssprache	Englisch

Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul	jährlich		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture and seminar: 2 and 2 hrs/week		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Basics in Wind Energy Utilisation		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul	Internship report: Between 15 and 30 pages		
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung		
SWS	4		
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe		
Workload Präsenzzeit	56 h		

phy687 - Advanced Engineering Topics in Renewable Energies

Modulbezeichnung	Advanced Engineering Topics in Renewable Energies	
Modulkürzel	phy687	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Overall workload of 180 h)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Holtorf, Hans-Gerhard (Prüfungsberechtigt) • Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) • Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Jonas (Prüfungsberechtigt) • 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.	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Related to selected course/s	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Related to selected course/s	
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	Related to selected course/s	
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung (oder Seminar mit Praktikum) (<i>Hier ist ein Kommentar</i>)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy689 - Advanced Topics in Renewable Energies

Modulbezeichnung	Advanced Topics in Renewable Energies			
Modulkürzel	phy689			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h (Overall workload of 180 h)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt) • Holtorf, Hans-Gerhard (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • Wächter, Matthias (Prüfungsberechtigt) • Stoevesandt, Bernhard (Prüfungsberechtigt) • Steinfeld, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Wark, Michael (Prüfungsberechtigt) • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Related to selected course/s			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 	
Zuständige Personen		
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele		
Modulinhalte		
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Seminar	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

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 (Attendance: 72 hrs, Self study: 108 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Kühn, Martin (Modulverantwortung)• Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt)• 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 parallel)
Kompetenzziele	

After successful completion of the course, students

- will have understood the structure and the main components of the control system in a wind farm
- 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
- will have understood relevant physical phenomena in a wind farm
- 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
- will be able to independently apply different techniques from control engineering
- 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:

Section I: Introduction to control in wind energy

- Introduction to the governing physics
- Control objectives in wind energy
- Overview of the control system

Section II: Control oriented modelling

- Modelling in time domain
- Modelling in frequency domain
- Time and frequency response

Section III: Standard wind turbine control

- Torque and pitch control
- Tuning of a PI controller
- Stability analysis
- Control of coupled systems

Section IV: Advanced wind turbine control

- Advanced control design approaches
- State space control
- Estimation techniques

Section V: Wind farm control

- Wake control strategies
- Active power control
- Power maximization

Literaturempfehlungen

Burton et al: Wind Energy Handbook, John Wiley, New York, Second Edition, 2011.

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
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lectures and exercises: 4 hours per week and home assignments
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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

phy967 - Advanced Laboratories in Renewable Energies

Modulbezeichnung	Advanced Laboratories in Renewable Energies	
Modulkürzel	phy967	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Hölling, Michael (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) 	
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele	Students acquire the competence to plan, execute, analyze, document and present complex and advanced physical experiments. They deepen their experience in working with state-of-the-art measurement and analyzing equipment within the field of Experimental Physics applied in the field of renewable Energy. The Adv. Labs are research oriented.	
Modulinhalte	Each student performs 3 labs selected from a pool of labs addressing advanced measurement techniques and equipment represented in the Renewable Energy research work of various research groups at the Institute of Physics. The pool includes topics on material analysis, optical measurement techniques and state-of-the-art technologies.	
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Laboratory work 3 hours per week and seminar 1 hour per week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		labs with 3 protocols plus Homework tasks
Lehrveranstaltungsform	Praktikum	
SWS		
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	0 h	

pre022 - Solar Energy

Modulbezeichnung	Solar Energy
Modulkürzel	pre022
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)• Gütay, Levent (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	<p>After successful completion of the module students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none">· understand, describe and compare major technologies for solar energy use: solar thermal and photovoltaic systems· analyse various system components and their interconnections within a solar energy system.· critically appraise and assess various technologies for solar energy use and components involved in such solar systems.· size and evaluate the performance of solar systems as a function of their operation conditions, components and system layout- critically evaluate non-technical impact and side effects when implementing renewable energy supply systems

Modulinhalte	<p>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.</p> <p>Photovoltaics (Lecture: 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none">• Basic and most important properties of solar radiation related to photovoltaics• PV cells basics: Fundamental physical processes in photovoltaic materials• Characterization and basic modelling of solar cells• Component Description: PV generator; Charge controller; Inverter; Balance of system components; System Description• Grid Connected System• Stand Alone System <p>Renewable Energy Heat (Seminar & Exercises: 90 h workload)</p> <ul style="list-style-type: none">• 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

Aufnahmekapazität Modul unbegrenzt

Modullevel / module level

MM (Mastermodul / Master module)

Modulart / typ of module

Pflicht / Mandatory

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge

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

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
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 (180 Stunden)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt)• Knipper, Martin (Prüfungsberechtigt)• Knipper, Martin (Modulverantwortung)• Agert, Carsten (Modulverantwortung)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

After successful completion of the module students should be able to:

- categorize and feature different PV systems
 - o PV on-grid,
 - o PV off-grid / stand alone,
 - o PV-pumping,
 - o PV-hybridby their setup and by standard quality indicators.
- explain the operation principles of the listed PV systems
- explain concepts behind PV system design
- design a photovoltaic system by Fermi Estimate
- design a photovoltaic system by a simulation software
- be aware of the limitation of both design methods
- discuss energy flow diagrams of PV systems
- describe in depth involved balance of system components e.g.
 - o inverter,
 - o charge controllers
 - o cabling
 - o generator stand

storage battery with a focus on housing (ventilation)

Modulinhalte

This specialization module covers more in-depth topics concerning photovoltaics systems.

The module consists of:

Photovoltaic Systems Lecture (90h workload)

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

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

Quality indicators for PV Systems and their regional differences

- o PV on-grid,
- o PV off-grid / stand alone,
- o PV-pumping,
- o 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 Grundlagen, 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	
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture, Exercise, Seminar & Excursion Lecture: 2hrs/week Seminar: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Torio, Herena (Modulverantwortung)• Agert, Carsten (Modulverantwortung)• Schmidt, Thomas (Prüfungsberechtigt)• 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

- explain the concepts of physical processes governing the surface solar irradiance available for solar energy applications
- model the solar radiation and show their expertise in application, adaptation and development of models
- discuss state-of-the-art-methods in satellite-based irradiance estimation and solar power forecasting
- 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.

Based on students' knowledge about the solar resource, solar thermal and photovoltaic technology, students deepen their knowledge on the resource for such systems.

Lecture

- Physics of radiative processes in the atmosphere
- Physical modelling of atmospheric radiative transfer (incl. computing tools)
- Solar irradiance modelling for solar energy applications
- Solar spectral irradiance: Theory and relevance for solar energy systems
- Satellite-based estimation of solar irradiance
- Solar irradiance (and solar power) forecasting
- Solar radiation measurements: Basics and setup of high quality measurement system

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 by Wiley and Sons (2nd Edition 2011)
- MSG Cloud Physical Properties (CPP) by KNMI [http://msgcpp.knmi.nl/mediawiki/index.php/MSG_Cloud_Physical_Properties_\(CPP\)](http://msgcpp.knmi.nl/mediawiki/index.php/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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week Seminar: 2hrs/week			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Physical principles of Black Body Radiation 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

phy964 - Advanced Computing

Modulbezeichnung	Advanced Computing			
Modulkürzel	phy964			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Doclo, Simon (Modulverantwortung) 			
Teilnahmevoraussetzungen	Basic knowledge in computing, knowledge in undergraduate mathematics and physics			
Kompetenzziele	Learning of advanced programming concepts and their application in biomedical physics, acoustics, laser and optics, and renewable energies.			
Modulinhalte	Advanced programming concepts for C, python and Matlab; Artificial Intelligence and Data Science; Visual Computing; Software Engineering			
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week; Exercise: 2hrs/week			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Basic knowledge in computing, knowledge in undergraduate mathematics and physics			
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		written exam: max 180 minutes or oral exam: max 30 minutes		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		4	SoSe oder WiSe	56
Übung		4	SoSe oder WiSe	56
Präsenzzeit Modul insgesamt				112 h

pre200 - Selected Renewable Energy Technologies

Modulbezeichnung	Selected Renewable Energy Technologies
Modulkürzel	pre200
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none">• Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies• Master Sustainability Economics and Management (Master) > Ergänzungsmodule• Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule• Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none">• Wark, Michael (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Modulverantwortung)• Torio, Herena (Prüfungsberechtigt)• Pehlken, Alexandra (Prüfungsberechtigt)• Wark, Michael (Prüfungsberechtigt)• Steinberger-Wilckens, Robert (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	
Kompetenzziele	

The module intends to give an overview and deeper understanding of front-edge topics and technologies relevant for the energy transition.

Current main such topics are the rolling out of the hydrogen economy as well as circular economy and critical material use and ocean energy converters. In the context of the energy transition in the global south, small hydro turbines may play a relevant role and are also part of the module content. Main skills to be achieved in the module are:

- Understand and describe front-edge topics in the energy transition.
- Cross-sectoral topics, technologies and new research topics relevant for the energy transition.
- Understand the principles, chemical and energy conversion processes involved in hydrogen and fuel cell systems.
- Understand the role of hydrogen in the energy transformation and the main energy conversion processes in which it is involved.
- Critically evaluate and describe hydrogen storage systems (electrolyser, gas storage and fuel cells) as well as their uses, advantages, characteristics and pitfalls.
- Understand and describe principles governing ocean energy converters
- Understand and describe principles governing micro-hydro energy converters
- Understand and describe concepts for circular economy and recycling in the energy sector
- Understand methods for assessing critical materials, their definitions and importance for the energy transition

Modulinhalte

Hydrogen and fuel cells (3 CP)

- Basics of hydrogen production (materials, processes, efficiencies, environmental impacts)
- Basics of fuel cells (function, materials, construction, systems applications)
- Basics of hydrogen storage systems (their setup, control, safety aspects)

Hidden Champions of RE (3 CP)

- Basic concepts for circular economy and recycling of materials in the energy sector
- Basic definitions and methods for appraising critical materials for the energy transition
- Ocean energy converters: principles and examples
- Micro hydro energy converters: their principles, characteristics and uses

Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul	At the end of the semester	Written exam (2x)
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

European Wind Energy Master

phy616 - Computational Fluid Dynamics

Modulbezeichnung	Computational Fluid Dynamics	
Modulkürzel	phy616	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies • Master Sustainable Renewable Energy Technologies (Master) > Mastermodule • Master Umweltmodellierung (Master) > Mastermodule 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Lukassen, Laura (Modulverantwortung) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • 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 fluid dynamics. 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	<p>CFD I:</p> <p>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.</p> <p>CFD II:</p> <p>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.</p>	
Literaturempfehlungen	<p>J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002;</p> <p>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;</p> <p>P. Sagaut, Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, Springer, Berlin, 1998;</p> <p>J. Fröhlich, Large Eddy Simulationen turbulenter Strömungen, Teubner, Wiesbaden, 2006 (in German)</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week, Excercise: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsmom

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		-Max. 180 min. Klausur oder 30 min. mündliche Prüfung Written examination: Between 90 and 180 minutes or Oral examination: Between 20 and 45 minutes or 1 Term paper: Between 15 and 30 pages
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl (Vorlesungen oder Praktikum oder Seminar)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		1 Klausur oder 1 Referat oder 1 mündliche Prüfung oder 1 Hausarbeit oder 1 fachpraktische Übung
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy670 - Fluidynamics II/Wind Energy Meterology

Modulbezeichnung	Fluidynamics II/Wind Energy Meterology			
Modulkürzel	phy670			
Kreditpunkte	6.0 KP			
Workload	180 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		<ul style="list-style-type: none"> • 1 Klausur oder • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung und Übung (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy674 - Turbulent Flows

Modulbezeichnung	Turbulent Flows	
Modulkürzel	phy674	
Kreditpunkte	5.0 KP	
Workload	150 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung und Übung (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy684 - Wind Turbine Technology and Aerodynamics

Modulbezeichnung	Wind Turbine Technology and Aerodynamics			
Modulkürzel	phy684			
Kreditpunkte	10.0 KP			
Workload	300 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl (Das Modul wird an der Patnerhochschule angeboten.)	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level		
Modulart / typ of module		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		BE
Lehrveranstaltungsform	Seminar	
SWS		
Angebotsrhythmus		
Workload Präsenzzeit	0 h	

phy991 - Stochastic Processes

Modulbezeichnung	Stochastic Processes			
Modulkürzel	phy991			
Kreditpunkte	5.0 KP			
Workload	150 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	4	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy996 - Offshore Wind Energy

Modulbezeichnung	Offshore Wind Energy	
Modulkürzel	phy996	
Kreditpunkte	10.0 KP	
Workload	300 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	6	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	84 h	

phy997 - Wind Turbine Measurement Techniques

Modulbezeichnung	Wind Turbine Measurement Techniques	
Modulkürzel	phy997	
Kreditpunkte	10.0 KP	
Workload	300 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	6	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	84 h	

phy998 - Probabilistic Methods in Wind Energy

Modulbezeichnung	Probabilistic Methods in Wind Energy			
Modulkürzel	phy998			
Kreditpunkte	5.0 KP			
Workload	150 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 	
Zuständige Personen		
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele		
Modulinhalte		
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy622 - Advanced Topics in Wind Energy

Modulbezeichnung	Advanced Topics in Wind Energy	
Modulkürzel	phy622	
Kreditpunkte	5.0 KP	
Workload	150 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	VA-Auswahl	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy645 - Wind Physics Measurement Project

Modulbezeichnung	Wind Physics Measurement Project	
Modulkürzel	phy645	
Kreditpunkte	3.0 KP	
Workload	90 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 	
Zuständige Personen		
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele		
Modulinhalte		
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy985 - Stochastic Processes in Experiments

Modulbezeichnung	Stochastic Processes in Experiments	
Modulkürzel	phy985	
Kreditpunkte	3.0 KP	
Workload	90 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 	
Zuständige Personen		
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele		
Modulinhalte		
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	EB (Ergänzungsbereich / Complementary)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Seminar	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy629 - Optimization in modern Power Systems

Modulbezeichnung	Optimization in modern Power Systems			
Modulkürzel	phy629			
Kreditpunkte	5.0 KP			
Workload	150 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 			
Zuständige Personen				
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele				
Modulinhalte				
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 			
Zuständige Personen				
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele				
Modulinhalte				
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 			
Zuständige Personen				
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele				
Modulinhalte				
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 			
Zuständige Personen				
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele				
Modulinhalte				
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 			
Zuständige Personen				
Teilnahmevoraussetzungen				
Kompetenzziele				
Modulinhalte				
Literaturempfehlungen				
Links				
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul				
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy626 - Introduction to Dynamical Systems

Modulbezeichnung	Introduction to Dynamical Systems	
Modulkürzel	phy626	
Kreditpunkte	5.0 KP	
Workload	150 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 	
Zuständige Personen		
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele		
Modulinhalte		
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

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	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > European Wind Energy Master 	
Zuständige Personen		
Teilnahmevoraussetzungen		
Kompetenzziele		
Modulinhalte		
Literaturempfehlungen		
Links		
Unterrichtssprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		KL
Lehrveranstaltungsform	Vorlesung	
SWS	2	
Angebotsrhythmus	SoSe oder WiSe	
Workload Präsenzzeit	28 h	

phy627 - Hydrodynamics II

Modulbezeichnung	Hydrodynamics II			
Modulkürzel	phy627			
Kreditpunkte	5.0 KP			
Workload	150 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)			
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		KL		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung			SoSe oder WiSe	0
Übung			SoSe oder WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				0 h

phy628 - Computational Tool for Data Science

Modulbezeichnung	Computational Tool for Data Science			
Modulkürzel	phy628			
Kreditpunkte	3.0 KP			
Workload	90 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		KL		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung			SoSe oder WiSe	0
Übung			SoSe oder WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				0 h

phy629 - Advanced CFD

Modulbezeichnung	Advanced CFD			
Modulkürzel	phy629			
Kreditpunkte	5.0 KP			
Workload	150 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		KL		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung			SoSe oder WiSe	0
Übung			SoSe oder WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				0 h

phy657 - Energy Economics

Modulbezeichnung	Energy Economics			
Modulkürzel	phy657			
Kreditpunkte	5.0 KP			
Workload	150 h			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • 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			
Modullevel / module level	SPM (Schwerpunktmodul / Main emphasis)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		KL		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung			SoSe oder WiSe	0
Übung			SoSe oder WiSe	0
Präsenzzeit Modul insgesamt				0 h

Schwerpunkt: Acoustics

phy605 - Digital Signal Processing

Modulbezeichnung	Digital Signal Processing	
Modulkürzel	phy605	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> Doclo, Simon (Modulverantwortung) 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	<p>A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, "Discrete-Time Signal Processing", Prentice Hall, 2013.</p> <p>J. G. Proakis, D. G. Manolakis, "Digital Signal Processing – Principles, Algorithms and Applications", Prentice Hall, 2013.</p> <p>S. Haykin, "Adaptive Filter Theory", Pearson, 2013.</p> <p>P. P. Vaidyanathan, "Multirate systems and filter banks", Prentice Hall, 1993.</p> <p>K.-D. Kammeyer, K. Kroschel, "Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB Übungen", Broschiert, 2018</p>	
Links		
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul		
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week; Exercise: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	

Workload Präsenzzeit

56 h

phy677 - Speech processing

Modulbezeichnung	Speech processing	
Modulkürzel	phy677	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (180 h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium: 124h))	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Doclo, Simon (Modulverantwortung) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>M. R. Schroeder, Computer Speech: Recognition, Compression, Synthesis, Springer, 2013.</p> <p>J. R. Deller, J. H. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals, Wiley-IEEE Press, 1999.</p> <p>P. Vary, R. Martin: Digital Speech Transmission, Wiley, 2006.</p> <p>J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008.</p> <p>D. Yu, L. Deng: Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach, Springer, 2015.</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Vorlesung: 2 SWS, Übung: 2 SWS	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy679 - Acoustics

Modulbezeichnung	Acoustics	
Modulkürzel	phy679	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • van de Par, Steven (Modulverantwortung) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>G. Müller, M. Möser: Akustische Messtechnik, Springer, 2017;</p> <p>H. Kuttruff: Room Acoustics, CRC Press, 2016;</p> <p>M. Vorländer: Auralization: Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality, Springer, 2020</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modular / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 3hrs/week; Excercise: 1hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

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 (Overall workload of 180 h)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Doclo, Simon (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt) • Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt) • Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) • Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt) • Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) • van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) 			
Teilnahmevoraussetzungen	Depending on selected courses			
Kompetenzziele	<p>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.</p>			
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 offers 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.			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Depending on selected courses, one or two examinations			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Overall workload of 180 h)			
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics 			
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Doclo, Simon (Modulverantwortung) • Poppe, Björn (Modulverantwortung) • Anemüller, Jörn (Prüfungsberechtigt) • Bitzer, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Blau, Matthias (Prüfungsberechtigt) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Enzner, Gerald (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Oetjen, Arne (Prüfungsberechtigt) • Siedenburg, Kai (Prüfungsberechtigt) • Töpken, Stephan (Prüfungsberechtigt) • van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) • 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 specific 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			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Depending on selected courses			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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 (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Lücke, Jörg (Modulverantwortung) • 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 different 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 artificial 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 efficient parameter optimization. Analytical approximations for computationally intractable models will be derived and discussed as well as stochastic (Monte Carlo) approximations. Advantages of different approximations will be contrasted with their potential disadvantages. Advanced models in the lecture will include models for clustering, classification, 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	<p>Pattern Recognition and Machine Learning, C. M. Bishop, Springer 2006. (best suited for lecture).;</p> <p>Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, D. MacKay, Cambridge University Press, 2003. (free online)</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week, Exercise: 2hrs/week (incl. prog. laboratory)	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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
Workload Präsenzzeit	56 h

phy696 - Advanced Topics Speech and Audio Processing

Modulbezeichnung	Advanced Topics Speech and Audio Processing	
Modulkürzel	phy696	
Kreditpunkte	6.0 KP	
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Doclo, Simon (Modulverantwortung) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • 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	<p>o o J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008. o P. Vary, R.</p> <p>J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang: Handbook of Speech Processing, Springer, 2008;</p> <p>P. Vary, R. Martin: Digital Speech Transmission, Wiley, 2006;</p> <p>P. Loizou: Speech Enhancement: Theory and Practice, CRC Press, 2017;</p> <p>S. Haykin: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2013,</p> <p>E. Vincent, T. Virtanen, S. Gannot: Audio source separation and speech Enhancement, Wiley, 2018.</p>	
Links		
Unterrichtssprache	Englisch	
Dauer in Semestern	1 Semester	
Angebotsrhythmus Modul	jährlich	
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week, Exercise: 2hrs/week	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	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	
Workload Präsenzzeit	56 h	

phy960 - Psychoacoustics

Modulbezeichnung	Psychoacoustics
Modulkürzel	phy960
Kreditpunkte	6.0 KP
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> van de Par, Steven (Modulverantwortung) van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt)
Teilnahmevoraussetzungen	Introductory acoustics lecture
Kompetenzziele	The students acquire knowledge about concepts and methods in auditory perception, psychoacoustics, subjective test design, and auditory scene analysis. The students acquire skills to apply these concepts and methods in practice (e.g. sound quality measurement, signal processing algorithms).

Modulinhalte

Applied psychophysics

Subjective listening experiment design and models of human auditory perception will be treated with a focus on application in sound quality measurement (e.g. for vehicle noise and sound reproduction) and in digital signal processing algorithm development (e.g. for low bit-rate audio coding and headphone virtualizers).

Auditory Scene Analysis in Speech and Music

Basic principles of auditory scene analysis: sequential and simultaneous segregation, schema-based segregation; scene analysis in music perception: the cocktail party problem, speech intelligibility in complex acoustic environments, hearing loss, and experimental methods; speech and music perception with hearing aids and cochlear implants

Literatureempfehlungen

H. Fastl, E. Zwicker: Psychoacoustics: Facts and Models, Springer, 2007.

A.S. Bregman: Auditory Scene Analysis, MIT press, 1990.

P. Damaske: Acoustics and Hearing, Springer, 2008.

Links

Unterrichtssprache	Englisch			
Dauer in Semestern	1 Semester			
Angebotsrhythmus Modul	jährlich			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 3hrs/week, Exercise: 1hrs/week			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Introductory acoustics lecture			
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform		
Gesamtmodul		one or two examination, totaling to 180 min. written exam or 30 min. oral exam		
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Vorlesung		2	SoSe oder WiSe	28
Seminar		2	SoSe oder WiSe	28
Übung		2	SoSe oder WiSe	28

Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus	Workload Präsenz
Präsenzzeit Modul insgesamt				84 h

phy964 - Advanced Computing

Modulbezeichnung	Advanced Computing		
Modulkürzel	phy964		
Kreditpunkte	6.0 KP		
Workload	180 h (Attendance: 56 hrs, Self study: 124 hrs)		
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Acoustics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Biomedical Physics • Master Engineering Physics (Master) > Schwerpunkt: Renewable Energies 		
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Kühn, Martin (Modulverantwortung) • Doclo, Simon (Modulverantwortung) 		
Teilnahmevoraussetzungen	Basic knowledge in computing, knowledge in undergraduate mathematics and physics		
Kompetenzziele	Learning of advanced programming concepts and their application in biomedical physics, acoustics, laser and optics, and renewable energies.		
Modulinhalte	Advanced programming concepts for C, python and Matlab; Artificial Intelligence and Data Science; Visual Computing; Software Engineering		
Literaturempfehlungen			
Links			
Unterrichtsprachen	Deutsch, Englisch		
Dauer in Semestern	1 Semester		
Angebotsrhythmus Modul			
Aufnahmekapazität Modul	unbegrenzt		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Lecture: 2hrs/week; Exercise: 2hrs/week		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Basic knowledge in computing, knowledge in undergraduate mathematics and physics		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform	
Gesamtmodul		written exam: max 180 minutes or oral exam: max 30 minutes	
Lehrveranstaltungsform	Kommentar	SWS	Angebotsrhythmus Workload Präsenz
Vorlesung		4	SoSe oder WiSe 56
Übung		4	SoSe oder WiSe 56
Präsenzzeit Modul insgesamt			112 h

Abschlussmodul

mam - Masterarbeitsmodul

Modulbezeichnung	Masterarbeitsmodul	
Modulkürzel	mam	
Kreditpunkte	30.0 KP	
Workload	900 h	
Verwendbarkeit des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> • Master Engineering Physics (Master) > Abschlussmodul 	
Zuständige Personen	<ul style="list-style-type: none"> • Brückner, Hans Josef (Prüfungsberechtigt) • Agert, Carsten (Prüfungsberechtigt) • Avila Canellas, Kerstin (Prüfungsberechtigt) • Biehs, Svend-Age (Prüfungsberechtigt) • Brand, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Struve, Bert (Prüfungsberechtigt) • Dietz, Mathias (Prüfungsberechtigt) • Doclo, Simon (Prüfungsberechtigt) • Ewert, Stephan (Prüfungsberechtigt) • Hohmann, Volker (Prüfungsberechtigt) • Feudel, Ulrike (Prüfungsberechtigt) • Hartmann, Alexander (Prüfungsberechtigt) • Schüning, Thomas (Prüfungsberechtigt) • Lücke, Jörg (Prüfungsberechtigt) • Kollmeier, Birger (Prüfungsberechtigt) • Kühn, Martin (Prüfungsberechtigt) • Neu, Walter (Prüfungsberechtigt) • Lukassen, Laura (Prüfungsberechtigt) • Kunz-Drolshagen, Jutta (Prüfungsberechtigt) • Lienau, Christoph (Prüfungsberechtigt) • Poppe, Björn (Prüfungsberechtigt) • Meyer, Bernd (Prüfungsberechtigt) • Nilius, Niklas (Prüfungsberechtigt) • Peinke, Joachim (Prüfungsberechtigt) • van de Par, Steven (Prüfungsberechtigt) • Schmidt, Thorsten (Prüfungsberechtigt) • Strybny, Jann (Prüfungsberechtigt) • Teubner, Ulrich (Prüfungsberechtigt) • Uppenkamp, Stefan (Prüfungsberechtigt) • Wark, Michael (Prüfungsberechtigt) • Wollenhaupt, Matthias (Prüfungsberechtigt) • 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	
Modullevel / module level		
Modulart / typ of module	je nach Studiengang Pflicht oder Wahlpflicht	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Seminar, Labor und Selbststudium	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsmom

Prüfung	Prüfungszeiten	Prüfungsform
Gesamtmodul		Master Thesis und Kolloquium
Lehrveranstaltungsform	Seminar	
SWS		
Angebotsrhythmus		
Workload Präsenzzeit	0 h	
