

Modulhandbuch

Master of Science Nanoscience (2023)

Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften - Universität Kassel

General goals of the curriculum

- Students have knowledge that is founded upon and extends that of the Bachelor's level and provides a basis for originality in developing and applying ideas within a interdisciplinary research context in nanoscience.
- Students become acquainted with advanced scientific methods, theories and current research in nanoscience.
- They learned how to work in scientific projects independently and are able to manage an own project.
- They have competencies which fit them for employment in chemical, physical, biological, nanotechnological and related industries or in public service.
- They are able to fulfill leading positions, develop ideas and solve complex problems with an interdisciplinary team.
- They can act in agreement with ethical guidelines and good scientific practice.
- They attained a standard of knowledge and competence which will give them access to third cycle course units or degree programmes (Dr. rer. nat. / PhD degree).

Outcomes / Competencies

- Students have the ability to apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities, in new or unfamiliar environments within a broader or multidisciplinary context related to chemistry, physics and/or biology with special emphasis on the nanoscale.
- They obtained a deeper knowledge in scientific analysis methods and in at least two of the following subjects: nanochemistry (macromolecular, supramolecular and colloid chemistry) nanophysics (nanoelectronics, nanophotonics and nanotechnology) nanobiology (advanced molecular and cell biology).
- They have developed a personal portfolio by an appropriate combination of elective subjects.
- They have developed advanced practical skills in laboratory research projects and collaboration within a scientific workgroup.
- They have proven their ability to work in a special topic, conduct appropriate research of current literature, analyse unsolved problems, and develop strategies for their solution.
- They have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these, to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
- They have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgments with incomplete or limited information.
- They have developed those learning skills that will allow them to continue to study in a manner that may be largely self-directed or autonomous, and to take responsibility for their own professional development.

List of Modules

Prerequisite Modules (only for admission)

		Coordinator
BtG-B1 Bridging the Gap - Biology (Fundamentals)	6 c	Herberg
BtG-B2 Bridging the Gap - Biology (Specialization)	9 c	Maniak
BtG-C1 Bridging the Gap - Chemistry (Fundamentals)	12 c	Fuhrmann-Lieker
BtG-C2 Bridging the Gap - Chemistry (Specialization)	6 c	Fuhrmann-Lieker
BtG-P1 Bridging the Gap - Physics (Fundamentals)	11 c	Demekhin
BtG-P2 Bridging the Gap - Physics (Specialization)	6 c	Baumert

Required Modules

		Coordinator	SK
P01 Methods of Nanostructure Analysis	5 c	Bruhn	
P02 Nanochemistry	6 c	Fuhrmann-Lieker	
P03 Nanophysics	6 c	Reithmaier	
P04 Nanobiology	6 c	Maniak	
P05 Preparatory Project	13 c	Exam. committee	(3)
P06 Masterabschlussmodul (Master's Degree Module)	30 c	Exam. committee	(5)

sum	66 c		(8)
------------	-------------	--	------------

Required Elective Modules

Focus modules:

S01 Advanced Synthetic Chemistry	8 c	Faust	(1)
S02 Advanced Physical & Theoretical Chemistry	8 c	Backes	(1)
S03 Advanced Nanophysics	8 c	Reithmaier	(1)
S04 Advanced Biochemistry & Microbiology	8 c	Herberg	(1)

one focus modules to be selected	8 c		(1)
---	------------	--	------------

Other modules:

V-BPM Professional Practical Training	8 c	Popov	(4)
V-KEY Additive Key Competencies	max. 8 c	Exam. committee	(8)
V-INT International Elective Modules	max. 30 c	Exam. committee	(4)
W-ABT Applied Biotechnology	3 c	Bertinetti	
W-AEP Lab Course Advanced Experimental Physics	9 c	Baumert	(2)
W-APC Applied Physical Chemistry	5 c	Backes	
W-ARO Aromatic Building Blocks for Organic Nanostructures*	3 c	Faust	
W-ASP Applied Semiconductor Physics	6 c	Reithmaier	(1)
W-CHM Chemistry of Materials	3 c	Pietschnig	
W-CLK Biological Rhythms, Oscillations, and Clocks	6 c	Fuhrmann-Lieker	
W-COC Computational Chemistry*	6 c	von Rudorff	
W-COP Computational Physics	5 c	Buhmann	
W-EPS Experimental Physics Seminar	5 c	Baumert	(2)
W-GCO Seminar Basics of Chronobiology and Olfaction*	3 c	Stengl	
W-MMC Machine Learning for Materials and Chemistry*	6 c	von Rudorff	
W-MS1 Molecular Physics and Spectroscopy I	6 c	Giesen	

W-MS2 Molecular Physics and Spectroscopy II	6 c	Giesen	
W-NQ1 Nanoscale Quantum Optics	6 c	Singer	(1)
W-NQ2 Advanced Nanoscale Quantum Optics	6 c	Singer	(1)
W-NTN Nanosystem Technology and Nanophotonic Device Fabrication*	6 c	Hillmer	
W-PHS Physiology of the Senses*	5 c	Stengl	
W-PSR Physics with Synchrotron Radiation	3 c	Ehresmann	
W-SCO Advanced Seminar: Chronobiology, Endocrinology, and Olfaction	3 c	Stengl	
W-SCL Semiconductor Laser	6 c	Reithmaier	(1)
W-SMB Small Brains	3 c	Stengl	
W-STN Special Topics in Nanoscience	2 c	Fuhrmann-Lieker	
W-SUC Sustainable Chemistry	6 c	Fuhrmann-Lieker	
W-SUR Surface Science	4 c	Matzdorf	
W-TFP Thin Film Physics	3 c	Ehresmann	
W-ULP Ultrashort Laserpulses and their Applications*	8 c	Baumert	
X-IBC Research Internship Biochemistry	6 or 12 c	Herberg	(1)
X-IBP Research Internship Biophysics	6 or 12 c	Kleinschmidt	(1)
X-ICB Research Internship Cell Biology	6 or 12 c	Maniak	(1)
X-ICC Research Internship Construction Chemistry	6 or 12 c	Wetzel	(1)
X-IDG Research Internship Developmental Genetics	6 or 12 c	Müller	(1)
X-IHM Research Internship Hybrid Materials	6 or 12 c	Pietschnig	(1)
X-ILA Research Internship Laboratory Astrophysics	6 or 12 c	Giesen	(1)
X-IPC Research Internship Macromolecular Chemistry	6 or 12 c	Fuhrmann-Lieker	(1)
X-IMI Research Internship Microbiology	6 or 12 c	Schaffrath	(1)
X-INA Research Internship Nanoprocessing and -analysis	6 or 12 c	Hillmer	(1)
X-INB Research Internship Neurobiology	6 or 12 c	Stengl	(1)
X-INC Research Internship Neurochemistry	6 or 12 c	Neupert	(1)
X-INM Research Internship Physics of Nanostructured Materials and Devices	6 or 12 c	Reithmaier	(1)
X-IOC Research Internship Organic Chemistry	6 or 12 c	Faust	(1)
X-IOM Research Internship Organometallic Chemistry	6 or 12 c	Siemeling	(1)
X-IPC Research Internship Physical Chemistry	6 or 12 c	Backes	(1)
X-IPP Research Internship Bioenergetics in Photoautotrophs	6 or 12 c	Gutkunst	(1)
X-IQO Research Internship Nanoscale Quantum Optics	6 or 12 c	Singer	(1)
X-ISS Research Internship Surface Science	6 or 12 c	Matzdorf	(1)
X-ITS Research Internship Thin Films and Synchrotron Radiation	6 or 12 c	Ehresmann	(1)
X-IUP Research Internship Ultrashort Laser Pulses	6 or 12 c	Baumert	(1)

sum

46 c

Remarks:

* These modules may already be taken in the Bachelor programme. The same module cannot be credited twice.

SK: credits for key competencies included

Abbreviations:

Teaching methods according to KapVO und recommendation by HRK 14.06.2005

Lecture with (integrated) examination	VL+P	Seminar	S	Course	K
Lecture without (integrated) examination	VL	Project Seminar	PS	Laboratory/Practicum Internal/external	P / i/e
Blended Learning	BL	Seminar instruction	SU	Schulpraktische Studien	SPS
Exercise	Ü	Tutorium scientific/teaching	T sci./paed.		
Conversational exercises	KÜ				
E-Learning	EL	Colloquium	KO	Excursion	EX

(implied) course projects that are implicitly contained within module examination, are not registered separately

Nummer / Code	MScNano BtG-B1
Modulname / Module title	Bridging the Gap Biology (Fundamentals)
Art des Moduls / Module type	Admission requirement module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	Studierende ... haben ein äquivalentes Niveau zu den Pflichtmodulen des BSc Nanostrukturwissenschaften im Fach Biologie Students ... have acquired an equivalent level to required modules in biology of the BSc Nanostrukturwissenschaften
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	EL + T 3 SWS
Lehrinhalte Contents	Biochemistry (2C): Selected topics from lecture BSc Nano P13 „Biochemie I“ (Structure and function of biomolecules: proteins, nucleic acids, carbohydrates and other metabolic components) Genetics (2C): Selected topics from lecture BSc Nano P13 „Grundvorlesung Genetik“ (Fundamentals of classical and molecular genetics) Biophysics (2C): Selected topics from lecture BSc Nano P15 „Einführung in die Molekulare Biophysik“ (Basics of molecular biophysics, membranes, molecular machines) Textbook recommendations equivalent to the German lectures will be given.
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Bridging the Gap - Biology (Fundamentals)
Lehr- und Lernformen Teaching methods	self education
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Nanoscience
Dauer Duration	one semester
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	each semester
Sprache Language	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Basic knowledge of molecular biology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	180 h (Kontaktstudium 45 h, Selbststudium 135 h) (Contact time: 45 h, Independent studies: 135 h)
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	mündlich (30 min, BeisitzerIn aus anderem Fachgebiet) oder schriftlich (90 min) oral (30 min, observer from other competence field) or written (90 min) examination
Credits	6 C
Lehrereinheit	Biologie
Modulkoordinator Responsible coordinator	Herberg
Lehrende Lecturer(s)	Herberg, Kleinschmidt, Müller
Medienformen Media	learning platform
Literatur Literature	Alberts, Molecular Biology of the cell Berg, Tymozko, Stryer, Biochemistry

Nummer / Code	MScNano BtG-B2
Modulname / Module title	Bridging the Gap - Biology (Specialization)
Art des Moduls / Module type	Auflagenmodul / <i>Admission requirement module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein äquivalentes Niveau zu den Schwerpunktmodulen des BSc Nanostrukturwissenschaften im Fach Biologie <i>Students</i> ... <i>have acquired an equivalent level to focus modules in biology of the BSc Nanostrukturwissenschaften</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	EL with T 3 SWS P i 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Microbiology (2C): Selected topics from lecture BSc Nano SB1 „Einführung in die Mikrobiologie“ (Procarvates, viruses) Cell Biology (2C): Selected topics from lecture BSc Nano SB1 „Zellbiologie“ (Cell structure and organelles, cell cycle) Physiology (2C): Selected topics from lecture BSc Nano SB2 „Einführung in die Tierphysiologie“ (Metabolism and neurobiology) Textbook recommendations equivalent to the German lectures will be given. Practical course (3C): One lab course offered by the participating laboratories
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Bridging the Gap - Biology (Specialization)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	self education, lab course
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basic knowledge of molecular biology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	270 h (Kontaktstudium 90 h, Selbststudium 180 h) (<i>Contact time: 90 h, Independent studies: 180 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Praktikum: Kolloquien <i>Practical course: colloquia</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	mündlich (30 min, BeisitzerIn aus anderem Fachgebiet) oder schriftlich (90 min) <i>oral (30 min, observer from other competence field) or written (90 min) examination</i>
Credits	9 C
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Maniak
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Herberg, Kleinschmidt, Maniak, Müller, Schaffrath, Stengl, Neupert
Medienformen <i>Media</i>	learning platform
Literatur <i>Literature</i>	Alberts, Molecular Biology of the cell Brock, Microbiology
Special information	The performances to be given in the colloquia is the responsibility of the lecturers in the respective subject area and will be communicated to the participants before the start of the event. For example, the colloquia may comprise discussions about theory and analysis of experiments as given in the lab report.

Nummer / Code	MScNano BtG-C1
Modulname / Module title	Bridging the Gap: Chemistry (Fundamentals)
Art des Moduls / Module type	Auflagenmodul / <i>Admission requirement module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein äquivalentes Niveau zu den Pflichtmodulen des BSc Nanostrukturwissenschaften im Fach Chemie <i>Students</i> ... <i>have acquired an equivalent level to required modules in chemistry of the BSc Nanostrukturwissenschaften</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	EL + T 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Inorganic Chemistry (4C): Selected topics from lecture BSc Nano P03 „Anorganische Chemie I“ (Chemistry of s-, p- and d-block elements); basic organometallic and coordination chemistry Organic Chemistry (4C): Selected topics from lecture BSc Nano P10 „Grundlagen der organischen Chemie“ (Organic functional groups, reaction mechanisms and syntheses) Physical Chemistry (4C): Selected topics from lecture BSc Nano P11 „Physikalische Chemie I“ (Chemical thermodynamics, basics of kinetics and electrochemistry) Textbook recommendations equivalent to the German lectures will be given.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Bridging the Gap - Chemistry (Fundamentals)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	self education
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	General Chemistry, Basic knowledge of inorganic, organic, and physical chemistry
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	360 h (Kontaktstudium 45 h, Selbststudium 315 h) <i>(contact time 45 h, independent studies 315 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Mündliche Prüfung 30 min (Prüfende werden zugelost, Beisitzer sollen aus einem anderem Kompetenzgebiet stammen) <i>Oral examination 30 min (examiner by lot, observer from other competence field)</i>
Credits	12 C
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Backes, Faust, Fuhrmann-Lieker, Pietschnig, Siemeling
Medienformen <i>Media</i>	learning platform
Literatur <i>Literature</i>	Housecroft, Sharpe, Inorganic Chemistry, 5th ed. Pearson, 2018 Vollhardt, Organic Chemistry, 8th ed., WH Freeman, 2018 Atkins, Physical Chemistry, 11th ed., Oxford University Press, 2018 Smith, Basic Physical Chemistry. The Route to Understanding, lcp 2013 or equivalent textbooks

Nummer / Code	MScNano BtG-C2
Modulname / Module title	Bridging the Gap: Chemistry (Specialization)
Art des Moduls / Module type	Auflagenmodul / <i>Admission requirement module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein äquivalentes Niveau zu den Schwerpunktmodulen des BSc Nanostrukturwissenschaften im Fach Chemie <i>Students</i> ... have acquired an equivalent level to focus modules in chemistry of the BSc Nanostrukturwissenschaften
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 4 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Precourse Synthetic Chemistry (6C): Basic laboratory techniques (Heating and cooling, distillation, filtration, extraction, chromatography, Schlenk techniques), applied in the preparation of selected compounds Fundamentals of structure determination by spectroscopic methods
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Precourse Synthetic Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	self education, lab course
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	General Chemistry, Basic knowledge of inorganic, organic, and physical chemistry
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 60 h, Selbststudium 120 h) (<i>Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Synthese der geforderten Präparate (Protokoll) <i>Synthesis of required compounds (lab report)</i>
Credits	6 C
Lehrereinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Backes, Fuhrmann-Lieker, Horn
Medienformen <i>Media</i>	learning platform
Literatur <i>Literature</i>	Isac-García et al., Experimental organic chemistry, Elsevier 2016 (online)

Nummer / Code	MScNano BtG-P1
Modulname / Module title	Bridging the Gap - Physics (Fundamentals)
Art des Moduls / Module type	Auflagenmodul / <i>Admission requirement module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein äquivalentes Niveau zu den Pflichtmodulen des BSc Nanostrukturwissenschaften im Fach Physik <i>Students</i> ... have acquired an equivalent level to required modules in physics of the BSc Nanostrukturwissenschaften
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	EL with T 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Classical physics: Electricity and optics (7C): Selected topics from lecture BSc Nano P07 „Elektrizität und Optik“ (electrostatics, electrodynamics, oscillations and waves, optics, including differential equations) Quantum mechanics (4C): Selected topics from lecture BSc Nano P12 „Quantenmechanik“ (Wavefunctions, Schrödinger equation, model systems: particle in a box, harmonic oscillator, H atom)
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Bridging the Gap - Physics
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	self education
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basic knowledge of physics
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	330 h (Kontaktstudium 45 h, Selbststudium 285 h) (<i>Contact time: 30 h, Independent studies: 300 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	(a) schriftliche (2-3 h) oder mündliche Prüfung (30 min) über Elektrizität und Optik (b) schriftliche (1-1.5 h) oder mündliche Prüfung (15 min) über Quantenmechanik (<i>a) written examination (2-3 h) or oral examination (30 min) about electricity and optics</i> (<i>b) written examination (1-1.5 h) or oral examination (15 min) about quantum mechanics</i>)
Credits	11 C
Lehrinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Demekhin
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Demekhin, Matzdorf, Singer
Medienformen <i>Media</i>	learning platform
Literatur <i>Literature</i>	D.C. Giancoli, Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics, Pearson (2009) J. Morrison: Modern Physics for Scientists and Engineers, Academic Press (2015) R. A. Serway, Modern Physics, Brooks Cole (2005) (english) V. Mitin, D. Sementsov, N. Vagidov, Quantum mechanics for Nanostructures, Cambridge University Press 2010 S. Brandt, H.-D. Dahmen, The Picture Book of Quantum Mechanics, Springer 2012

Nummer / Code	MScNano BtG-P2
Modulname / Module title	Bridging the Gap - Physics (Specialization)
Art des Moduls / Module type	Auflagenmodul / <i>Admission requirement module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein äquivalentes Niveau zu den Schwerpunktmodulen des BSc Nanostrukturwissenschaften im Fach Physik <i>Students</i> ... <i>have acquired an equivalent level to focus modules in physics of the BSc Nanostrukturwissenschaften</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	EL with T 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Atomic and Molecular Physics (3C): Selected topics from lecture BSc Nano SP1 „Experimentalphysik IV“ (quantum nature of light, electronic processes in nanostructures, atoms and molecules, optical spectra) Solid State Physics (3C): Selected topics from lectures BSc Nano SP1 „Experimentalphysik V“ (Solid state materials, electrical, optical and thermal properties of solids)
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Bridging the Gap - Physics
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	self education
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basic knowledge of physics
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 45 h, Selbststudium 135 h) (<i>Contact time: 30 h, Independent studies: 150 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	oral examination (30 min)
Credits	6 C
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Baumert
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Baumert, Ehresmann
Medienformen <i>Media</i>	learning platform
Literatur <i>Literature</i>	Kittel, Introduction to Solid State Physics Blakemore, Solid State Physics Ashcroft, Mermin, Solid State Physics Banwell: Fundamentals for Molecular Spectroscopy Condon-Shortley: The Theory of Atomic Spectra Corney: Atomic and Laser Spectroscopy

Nummer / Code	MScNano P01
Modulname / Module title	Methods of Nanostructure Analysis
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>... haben ein gründliches Wissen über moderne spektroskopische und analytische Methoden erworben</p> <p>... kennen den physikalischen und gerätetechnischen Hintergrund analytischer Techniken</p> <p>... kennen geeignete instrumentelle Anwendungen zur Untersuchung anorganischer und organischer Materialien sowie nanostrukturierter Oberflächen</p> <p>... haben Vorteile und Nachteile der jeweiligen Methoden diskutiert</p> <p>... sind in der Lage, grundlegende analytische Charakterisierungen für eigene chemische Forschungsarbeiten durchzuführen</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have acquired a thorough knowledge about modern spectroscopic and analytical methods</i></p> <p><i>... know the physical and device-related background of the analytical techniques</i></p> <p><i>... know the appropriate instrumental applications for investigations on inorganic and organic materials as well as nano scale structured surfaces</i></p> <p><i>... advantages and disadvantages of each methods will be discussed</i></p> <p><i>... are able to conduct fundamental analytical characterization methods for their own chemical research work</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL+P 4 SWS, S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Crystal structure analysis: Basics on diffraction experiments, X-ray diffraction of powder samples and single crystals, data processing, visualisation of crystal structures, validation of experimental data</p> <p>Mass spectrometry: Instrumental basics, ion sources (esp. modern ionisation methods), mass analysers detectors and applications in nanostructural compounds and surfaces.</p> <p>NMR spectroscopy: Instrumental basics, a selection of 1D and 2D pulse sequences and their application in structure determination. Multinuclear nmr spectroscopy. MRI.</p> <p>ESR-, circular dichroism, and fluorescence spectroscopy of biomolecules, technical principles and instrumentation, methods and applications in investigations of biomolecular structure and function</p> <p>IR-spectroscopy</p> <p>Microscopy: Preparation of biological samples for light- and electron microscopes. Setup and function of the confocal laser scanning microscope, superresolution light microscope, as well as scanning and transmission electron microscope.</p> <p>Scanning atomic force microscopy</p> <p>Scanning tunneling microscopy: experimental setup, potential and limitations, interpretation of the resulting (STM) pictures. Scanning tunneling spectroscopy</p> <p>Presentation of research groups (together with BSc Nanostrukturwissenschaften)</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Methods of Nanostructure Analysis Seminar Nanostrukturwissenschaften (Nano 5. Sem.)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in winter semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in chemistry, physics and biology on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul	

Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	150 h (Präsenzzeit 75 h, Selbststudium 75 h) <i>(Contact time: 75 h, Independent studies: 75 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min) im Falle weniger Teilnehmer, wird in der ersten Vorlesungswoche bekanntgegeben <i>Written test (1-2 h) or oral examination (30 min) in case of very few participants - will be announced within the first week of the lecture</i>
Credits	5 C
Lehreinheit	Chemie, Physik, Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Bruhn
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Bruhn, Ehresmann, Fürmeier, Kleinschmidt, Maniak, Matzdorf, Maurer
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector
Literatur <i>Literature</i>	Crystal structure analysis: Massa, W., Crystal Structure Determination, 2nd ed., Springer, 2010 Clegg, W., X-Ray Crystallography (Oxford Chemistry Primers), Oxford, USA 2015 Mass spectrometry: Gross, J. W., Mass Spectrometry a textbook, 2nd ed., Springer, 2011 NMR spectroscopy: Andrew E. Derome, Modern NMR Techniques for Chemistry Research, Pergamon Press ESR-, circular dichroism and fluorescence spectroscopy: Cantor & Schimmel, Biophysical Chemistry Part II: Techniques for the study of biological structure and function, W.H. Freeman and Co, New York, 1980 Hammes, G.G. and Hammes-Schiffer, Physical Chemistry for the biological sciences, 2 nd Ed., John Wiley & Sons, New Jersey, 2015

Nummer / Code	MScNano P02
Modulname / Module title	Nanochemistry
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende - haben ein gründliches Wissen über die Chemie von Nanosystemen erworben - kennen die Prinzipien der Kolloid-, Makromolekularen und Supramolekularen Chemie - kennen bottom-up-Strategien zur Herstellung chemischer Nanostrukturen <i>Students</i> ... have acquired a thorough knowledge about the chemistry of nanosystems ... know the principles of colloid, polymer and supramolecular chemistry ... know bottom-up strategies for the preparation of chemical nanostructures
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 4 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Nanochemistry I (Physical colloid and polymer chemistry) Intermolecular and colloid forces, DLVO theory, association colloids, lyotropic mesophases, microemulsions, polymer architecture, polymerization kinetics, controlled polymerizations, , polymer conformation, Flory-Huggings theory, block copolymers Nanochemistry II (Supramolecular chemistry, inorganic colloid chemistry) a) Sol-gel process, oxide-based gels, aerogels and xerogels, porous materials, metal-organic-frameworks (MOFs), oxide-based nanoparticles, core-shell-hybrids, solid materials by gas phase reactions (CVS, CVD) b) Host-guest chemistry, selfassembly and -organization, rotaxanes and catenanes, molecular knots, container molecules, coordination polymers, self-assembling monolayers (SAM), nanopatterning (microcontact printing, dip-pen nanolithography)
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Nanochemistry I (b) Nanochemistry II
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	
Dauer <i>Duration</i>	two semesters
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in chemistry on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 60 h, Selbststudium 120 h) (<i>Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur Nanochemistry I (90 min) Klausur Nanochemistry II (90 min) (gewichtet 50:50) <i>Written exam to Nanochemistry I (90 min)</i> <i>Written exam to Nanochemistry II (90 min) (weighted 50:50)</i>
Credits	6 C
Lehrereinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Fuhrmann-Lieker, Pietschnig, Siemeling
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector
Literatur <i>Literature</i>	Nanochemistry I: Israelachvili, Intermolecular and Surface Forces, 3rd Ed., Academic Press, Amsterdam 2011

Hiemenz, Rajagopalan, Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd Ed., M. Dekker 1997
Butt, Graf, Kappl, Physics and Chemistry of Interfaces, Wiley-VCH, Weinheim 2006
Evans, The colloidal domain, VCH 1999
Gnanou, Fontanille, Organic and Physical Chemistry of Polymers, Wiley, Hoboken 2008
Ravve, Principles of Polymer Chemistry, 3rd Ed., Springer 2012
Young, Lovell, Introduction to Polymers, 3rd Ed., CRC Press, Boca Raton 2011
Koltzenburg, Maskos, Nuyken Polymer Chemistry, Springer 2017
Hiemenz, Lodge, Polymer Chemistry, CRC press 2020

Nanochemistry II:

Steed, Atwood, Supramolecular Chemistry, 2nd Ed., Wiley-VCH, Chichester 2009
Beer, Gale, Smith, Supramolecular Chemistry, Oxford University Press, Oxford 1999
Lehn, Supramolecular Chemistry, VCH, Weinheim 1995
Schubert, Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley-VCH, Weinheim 2000
Brinker, Scherer, Sol-Gel-Science, Academic Press, San Diego 1989
Ozin, Arsenault, Nanochemistry, RSC, Cambridge 2005
Steed, Turner, Wallace, Core Concepts in Supramolecular and Nanochemistry, Wiley-VCH, Weinheim 2007

Nummer / Code	MScNano P03
Modulname / Module title	Nanophysics
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein gründliches Wissen über die fundamentale Physik niedrigdimensionaler Systeme und Nanomaterialien erworben ... verstehen die Prinzipien der Propagation von Elektronen und Licht in nanostrukturierten Materialien ... kennen quantenmechanische Prinzipien und Limitierungen verschiedener physikalischer Nanosysteme ... kennen Herstellungs- und Charakterisierungstechniken von Nanosystemen <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a thorough knowledge about the fundamental physics of low-dimensional systems and nanomaterials ... understand the principles of propagation of electrons and light in nanostructured materials ... know about quantum mechanical principles and limits of various physical nanosystems ... know about fabrication and characterization techniques of nanosystems
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 3 SWS Ü 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction to the physics of nanostructured systems - Fundamental electronic, optical, thermal and mechanical properties of nano structures - Quantum mechanical considerations of nanostructured systems - Overview about physical fabrication techniques - Overview of characterization techniques for nanostructure technologies - <u>Further keywords:</u> density of states, electronic and photonic band structures, low-dimensional systems, light-matter interaction, quantum well, wire, dot, giant magnetic resistance, tunnel magnetic resistance, single electron transport, single photon emission, nanocavities, photonic crystals
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Nanophysics I (Basics) (b) Exercises to Nanophysics I
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	Annually in winter semester
Sprache <i>Language</i>	English, lecture notes are also available in German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Good knowledge of fundamentals in experimental physics (mechanics, electromagnetism, atomic and molecular physics, optics), course in theoretical physics (quantum mechanics) and in solid-state physics.
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 60 h, Selbststudium 120 h) (<i>Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Teilnahme an den Übungen (min. 60% gelöst) <i>Participation in exercises (solved at least 60%)</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistung / <i>Course projects</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	- schriftliche (2h) oder mündliche Prüfung (30-45 min) - <i>written (2 h) or oral examination (30-45 min)</i>
Credits	6 C
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Reithmaier
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Reithmaier, Popov
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, laboratory equipment
Literatur	- J.D. Jackson, "Klassische Elektrodynamik", Walter de Gryter, 1981.

<p><i>Literature</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stephan Gasiorowicz, "Quantenphysik", Oldenburg-Verlag, 2. Aufl., 1981. - Charles Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenburg-Verlag, 6. Aufl., 1983. - N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, "Solid State Physics", Saunders College Publishing, 1976. - Stratis Karamanolis, "Faszination Nanotechnologie", Elektra-Verlag, 2005. - Horst-Günter Rubahn, "Nanophysik und Nanotechnologie", Teubner-Verlag, 2002. - Michael Köhler, "Nanotechnologie", Wiley-VCH Verlag, 2001. - Gregory Timp, "Nanotechnology", Springer-Verlag, 1999. - Siegmur Roth, "One-Dimensional Metals", VCH-Verlag, 1995. - Dieter Bimberg, Marius Grundmann, Nikolai N. Ledentsov, "Quantum Dot Heterostructures", John Wiley & Sons, 1999. - T. Heinzel, "Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures", Wiley-VCH Verlag, 2003. - Paul Harrison, "Quantum Wells, Wires and Dots", John-Wiley & Sons, 2000. - J.D. Joannopoulos, R.D. Meade, J.N. Winn, "Photonic Crystals: Molding the flow of light", Princeton University Press, 1995. - G. Ali Mansoori, "Principles of Nanotechnology", World Scientific Publishing, 2005. - K. Busch, S. Lölkes, R.B. Wehrspohn, H. Föll, "Photonic Crystals", Wiley-VCH Verlag, 2004. - K. Inoue, K. Ohtaka, "Photonic crystals: physics, fabrication and applications", Springer Verlag, 2004. - K. Sakoda, "Optical Properties of Photonic Crystals", Springer Verlag, 2004. - D. A. Bonnell, „Scanning Tunneling Microscopy and Spectroscopy“, VCH, 1993. - F. Henneberger, O. Benson, „Semiconductor Quantum Bits“, Pan Stanford Publishing, 2007.
--------------------------	---

Nummer / Code	MScNano P04
Modulname / Module title	Nanobiology
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein Wissen erworben, das über Lehrbuchinhalte hinausgeht ... kennen Vorteile und Grenzen molekularer und physiologischer Methoden ... haben vertiefte Einsicht in Struktur-Funktions-Beziehungen erhalten Students ... have acquired knowledge far beyond the contents of textbooks ... know advantages and limitations of molecular and physiological methods ... have reached profound insight into structure-function relationships
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2+2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Nanobiology I Structure and function of nerve-cells and ion channels Signal transduction cascades on excitable membranes Synaptic transmission and information processing in the brain Nanostructures of biological surfaces, hydrophobicity, adhesion, elastic proteins, DNA structures, DNA origami, self-assembly Protein folding into membranes – α -helical vs. β -barrel membrane proteins Transmembrane transport – Structure-function relationships of outer membrane proteins Transmembrane signal transduction in phototaxis Supramolecular structures of lipids and detergents. Stabilisation of membrane proteins in solution, structures of membrane proteins and their folding in membranes– α -helical vs. β -barrel membrane proteins, mechanisms of folding and insertion into membranes, chaperones for membrane proteins, transmembrane transport – structure-function-relationships of membrane proteins (for KcsA, VDAC, MscL, Bacteriorhodopsin), measuring single-channel conductivity of membrane proteins, voltage -dependence. Transmembrane signal-transduction in phototaxis Nanobiology II Dynamic cellular systems in biomechanics Dynamic cytoskeleton, dynamic membrane-transport, Dynamic cell-interactions, Biomechanics of morphogenetic processes Assembly of bacterial flagella and pili structures Polymerising proteins of the prokaryotic and eukaryotic cytoskeleton Engineering of turning and stepping motors Force production on a nano scale by cytoskeletal motor proteins
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Nanobiology I Nanobiology II
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lectures
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	two semesters
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in biology on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 60 h, Selbststudium 120 h) (<i>Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	- Klausur über Vorlesungsinhalte Nanobiologie I (90 min) - Klausur über Vorlesungsinhalte Nanobiologie II (90 min)

	(gewichtet 50:50) - <i>Written test about lecture contents of Nanobiology I (90 min)</i> - <i>Written test about lecture contents of Nanobiology II (90 min)</i> (<i>weighted 50:50</i>)
Credits	6 C
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Maniak
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Kapp, Kleinschmidt, Maniak, Müller, Neupert
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, beamer, laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature, to be announced by the lecturers

Nummer / Code	MScNano P05
Modulname / Module title	Preparatory Project
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende ... haben die fortgeschrittene Fähigkeit erworben, ein Projekt zu planen und geeignete Literaturrecherchen durchzuführen ... sind in speziellen Methoden trainiert und lernen, sie für neue Forschung zu modifizieren ...haben gelernt, die in einem Projekt benötigte Ausrüstung und Materialien zu organisieren und anzupassen</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Arbeiten im Team und fortgeschrittene Kompetenz in der wissenschaftlichen Diskussion Organisationskompetenz: Fortgeschrittene Projektplanung und Selbsteinschätzung Methodenkompetenz: Fortgeschrittene Literaturrecherche in einem speziellen Gebiet</p> <p><i>Students</i> ... have acquired an advanced ability to plan a project and conduct appropriate literature research ... are trained in special methods and learn to modify them for needs in novel research ... have learned to organize and adapt equipment and materials needed in a project</p> <p>Integrated key competencies: <i>Communication competency: Teamwork and advanced competency in scientific discussion</i> <i>Organisational competency: Advanced project planning and self-assessment</i> <i>Methodic competency: Advanced literature research in a special field</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Advanced theoretical and methodical competencies for conducting own research work
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Instruction to scientific work Research seminar
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Individual instruction
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	approx. 8 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	every semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Methods of Nanostructure Analysis at least one of the other required modules one focus module
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Präsenzzeit und Selbststudium 390 h / <i>Contact time and independent studies 390 h</i>
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Seminarvortrag inkl. Diskussion (30-60 min) / <i>Seminar lecture incl. discussion (30-60 min)</i>
Credits	13 C (davon 3 C als integrierte Schlüsselkompetenzen) / <i>13 C (including 3 C for integrated key competencies)</i>
Lehreinheit	Chemistry, Biology, Physics
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Head of examination committee
Lehrende / <i>Lecturer(s)</i>	Staff of the Department of Mathematics and Science
Medienformen / <i>Media</i>	Laboratory work, (electronic) library
Literatur / <i>Literature</i>	Scientific literature

Nummer / Code	MScNano P06
Modulname / Module title	Masterabschlussmodul (Master's Degree Module)
Art des Moduls / Module type	Pflichtmodul / <i>Required module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende haben die Fähigkeit erworben</p> <ul style="list-style-type: none"> ... eigene experimentelle oder theoretische Methoden in einem Gebiet der Nanowissenschaften zu entwickeln ... sie für die Lösung wissenschaftlicher Probleme anzuwenden ... Ergebnisse mit logischen Schlüssen zu interpretieren ... mit Fehlschlägen, unerwarteten Problemen und Verzögerungen durch Anwendung modifizierter Strategien umzugehen ... komplexe Themen aus einer interdisziplinären Sicht zu verstehen und zu diskutieren ... ihre Forschung in schriftlicher und mündlicher Form zu kommunizieren <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Arbeiten im Team und fortgeschrittene Kompetenz in der wissenschaftlichen Diskussion</p> <p>Organisationskompetenz: Fortgeschrittenes Projektmanagement</p> <p>Methodenkompetenz: Verfassen einer fortgeschrittenen wissenschaftlichen Arbeit mit geeigneter Zitation und Verwendung fortgeschrittener Methoden zur graphischen Darstellung und Textverarbeitung</p> <p><i>Students have acquired the ability</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... to develop experimental or theoretical methods in a field of nanoscience ... to apply them for solving scientific problems ... to interpret results with rational conclusions ... to deal with failures, unexpected problems and delays by applying modified strategies ... to understand and discuss complex topics with an interdisciplinary point of view ... to communicate their research in written and oral form <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Communication competency:</u> Teamwork and advanced competency in scientific discussion</p> <p><u>Organisational competency:</u> Advanced project management</p> <p><u>Methodic competency:</u> Writing a advanced scientific thesis including appropriate citation and using advanced methods of graphical presentations and text editing</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Advanced research work in a special field of nanoscience reaching the level of international state-of -the-art
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Instruction to scientific work Research seminar
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Individual instruction
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	every semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulations</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Präsenzzeit und Selbststudium 900 h / <i>Contact time and independent studies 900 h</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftliche Masterarbeit und Masterkolloquium, gewichtet 80:20 / <i>Written Master thesis and Master colloquium, weighted 80:20</i>
Credits	30 C (davon 5 C als integrierte Schlüsselkompetenzen) / <i>30 C (including 5 C for integrated key competencies)</i>
Lehreinheit	Chemie, Biologie, Physik

Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Head of examination committee
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Lecturers of the University of Kassel
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory work, computer
Literatur <i>Literature</i>	Scientific literature

Nummer / Code	MScNano S01
Modulname / Module title	Advanced Synthetic Chemistry
Art des Moduls / Module type	Schwerpunktmodul / <i>Focus module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... sind in der Lage, mehrstufige Synthesen durchzuführen ... sind in der Lage, ihre chemischen Forschungsergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren Integrierte Schlüsselkompetenzen ... trainieren Problemlösungskompetenzen und wissenschaftliches Schreiben (methodisch) ... können sich zeitlich organisieren (organisatorisch) <i>Students</i> ... are able to conduct multistep chemical syntheses ... are able to present and discuss own chemical research work Integrated key competencies: ...practice problem solving abilities and scientific writing (methodic) ... are able to organize their time (organisational)
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 7.5 SWS S 0.5 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Participation in a nanochemical research project in one of the groups of the institute of chemistry
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Lab course Advanced Synthetic Chemistry (b) Seminar Advanced Synthetic Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	
Dauer <i>Duration</i>	two semesters
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	start in summer or winter semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in chemistry on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience Laboratory skills in chemical synthesis on intermediate level, obtained with Bachelor degree or subject to admission obligations to the master programme
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	BtG C2, wenn als Auflage bei der Zulassung erteilt <i>BtG C2, if posed as additional requirement in admission obligations</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	240 h (Präsenzstudium 120 h, Selbststudium 120 h) <i>(Contact time: 120 h, Independent studies: 120 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Fachpraktische Prüfung In die Beurteilung fließen drei Bestandteile ein (gewichtet 40:40:20): - Praktisches Arbeiten - Praktikumsbericht auf Grundlage wissenschaftlicher Dokumentation - 15 min. Präsentation mit bis zu 10 min. Diskussion <i>Practical examination</i> In the grading, three contributions are considered (weighted 40:40:20): - Practical performance - Laboratory report according to criteria of scientific documentation - 15 min presentation with up to 10 min discussion
Credits	8 C (einschließlich 1 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrereinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Faust
Lehrende/ Lecturer(s)	Faust, Pietschnig, Siemeling
Medienformen / Media	Laboratory equipment
Literatur / Literature	Special literature

Nummer / Code	MScNano S02
Modulname / Module title	Advanced Physical & Theoretical Chemistry
Art des Moduls / Module type	Schwerpunktmodul / Focus module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	Studierende ... haben Erfahrung in physikochemischen Experimenten und der Theorie von Nanosystemen Integrierte Schlüsselkompetenzen: ... haben mathematische und Computerkompetenzen trainiert sowie das Abfassen fortgeschrittener wissenschaftlicher Protokolle erlernt (methodisch) Students ... gained experience in physicochemical experiments and theory on nanosystems Integrated key competencies: ... have trained mathematical and computer competence, and learned the writing of advanced reports in English language (methodic)
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6 SWS S 2 SWS
Lehrinhalte Contents	Lab Course Physical and Theoretical Nanochemistry In total three sets of experiments / computer simulations from five blocks on selected topics in polymer science, electrochemistry, optoelectronics, nano colloids and theoretical modelling including for example molecular orbital theory, cyclovoltammetry, light scattering, rheology, liquid exfoliation and processing, copolymerization kinetics, liquid crystals, organic semiconductor devices Seminar Physical and Theoretical Nanochemistry: Advanced mathematical methods: matrix quantum mechanics, symmetry and group theory, Fourier and Laplace transforms; Theory of scattering, relaxation, and transport experiments; Numerical simulation techniques with Python; Fundamentals of optoelectronics, polymer physics and nanocolloids
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	(a) Lab course Physical and Theoretical Nanochemistry (b) Seminar Physical and Theoretical Nanochemistry
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Lecture, laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	
Dauer Duration	one semester
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	annually in summer semester
Sprache Language	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Fundamental knowledge in chemistry on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	240 h (Präsenzzeit 120 h, Selbststudium 120 h) (Contact time: 120 h, Independent studies: 120 h)
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Laborprotokolle Reports on experiments
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Mündliche Prüfung / Oral exam (30 min)
Credits	8 C (einschließlich 1 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / including 1 C for integrated key competencies)
Lehrereinheit	Chemie
Modulkoordinator Responsible coordinator	Backes
Lehrende Lecturer(s)	Backes, Fuhrmann-Lieker, von Rudorff
Medienformen Media	Laboratory equipment, computer, video
Literatur Literature	Special literature

Nummer / Code	MScNano S03
Modulname / Module title	Advanced Nanophysics
Art des Moduls / Module type	Schwerpunktmodul / <i>Focus module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... bekommen einen Überblick über aktuelle und mögliche Anwendungen nanostrukturierter Materialien ... sind in der Lage, verschiedene physikalische Eigenschaften von Nanosystemen durch State-of-the-Art-Techniken zu charakterisieren ... sind in der Lage, experimentelle Ergebnisse auszuwerten, zu dokumentieren und zu berichten <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Studierende haben die Fähigkeit, ihr Wissen, Verständnis und Problemlösungsfähigkeiten auf aktuelle Forschung anzuwenden (methodisch)</p> <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... <i>get an overview about actual and potential applications of nanostructured materials</i> ... <i>are able to characterize different physical properties of nanosystems by state-of-the-art characterization tools</i> ... <i>are able to evaluate, document and report experimental results</i> <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>Students have the ability to apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities to actual research work (methodic)</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 3 SWS P i 4 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Nanophysics II (Advanced)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Overview about properties and fabrication of nanostructured electronic devices - Introduction to quantum effect devices - Introduction to quantum information technologies and different physical realizations - Introduction of nanostructured optoelectronic devices - Fundamental properties of carbon nanotubes and their potential applications - Overview about nanostructured memory devices based on various physical techniques including electronic, optical, magnetic, mechanical and crystallographic <p>Lab course Nanophysics:</p> <p>Participation in experimental studies of physical properties of nanostructured materials using research type characterization tools, like low-temperature photoluminescence and excitation spectroscopy, x-ray diffraction, and atomic force microscopy and nanolithography tool. Four experiments have to be successfully performed. Each of them needs about 1 week preparation, 1-2 days for experiments and about 1 week for data evaluation and report writing. The course will be offered preferably as a 2-month block after the winter semester.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Nanophysics II (Advanced) (b) Lab course Nanophysics
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	One semester + time between WiSe and SoSe for lab course
Dauer <i>Duration</i>	Two semesters
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	Annually, summer semester (lectures), winter semester, lecture-free time (lab course)
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	Studienleistungen Nanophysics: Übungen zu Nanophysics I <i>Course achievements Nanophysics: Exercises to Nanophysics I</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	240 h (Kontaktstudium 105 h, Selbststudium 135 h) <i>(Contact time: 105 h, Independent studies: 135 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Die erste Teilprüfung ist Voraussetzung für die zweite. <i>First part of the exam is prerequisite for the second part.</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Zwei Teilprüfungen: - Praktikumsbericht inkl. mündliche Vorprüfungen

	<p>- schriftliche (2 h) oder mündliche Prüfung (30-45 min) über Inhalt von Vorlesung und Praktikum (gewichtet 50:50) <i>Two examination parts:</i> - laboratory work report including oral pre-test - written (2 h) or oral examination (30-45 min) about content of lectures & lab work <i>The parts are weighted as 50:50</i></p>
Credits	8 C (einschließlich 1 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Reithmaier
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Reithmaier, Popov
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	<p>Nanophysics II (Advanced): - Rainer Waser, "Nanoelectronics and Information Technology: Advanced Electronic Materials and Novel Devices", Wiley-VCH, 2003. - J.P. Reithmaier P. Petkov, W. Kulisch, C. Popov, "Nanostructured Materials for Advanced Technological Applications", Springer, Nato ASI Series B, Physics and Biophysics, 2009. - J.P. Reithmaier P. Paunovic, W. Kulisch, C. Popov, P. Petkov, "Nanotechnological Basis for Advanced Sensors", Springer, Nato ASI Series B, Physics and Biophysics, 2011.</p> <p>Lab course Nanophysics: Special literature, instructions and documents (supplied prior to lab course)</p>

Nummer / Code	MScNano S04
Modulname / Module title	Advanced Biochemistry & Microbiology
Art des Moduls / Module type	Schwerpunktmodul / Focus module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>- Anwendung der Grundkenntnisse der Biochemie auf zelluläre Systeme als Grundlage für Forschungsarbeiten in den molekularen Biowissenschaften. Verständnis des Methodenspektrums der modernen Biochemie</p> <p>- Erwerb der Fähigkeit, Grundprinzipien der molekularen Biowissenschaften auf konkrete biologische und medizinische Fallbeispiele aus der alltäglichen Umgebung anzuwenden (Grundstein für den Erwerb von Problemlösungskompetenz)</p> <p>- Anwendung von soliden Grundkenntnissen in molekularer Mikrobiologie, insbesondere auf zelluläre Systeme als Grundlage für Forschung in den Biowissenschaften von Mikroorganismen</p> <p>- Kritisches Verständnis des Methodenspektrums mit Betonung auf aktuelle postgenomische molekulare Mikrobiologie</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>- Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft von Fachliteratur (Kommunikation)</p> <p>- Kritische Reflexion über die Signifikanz experimenteller Daten aus Originalliteratur zum Erwerb von Problemlösungsstrategien (Kommunikation)</p> <p>- Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern (Organisation)</p> <p>- Fähigkeit zur selbstständigen Vorbereitung, Gestaltung und Präsentation von klaren Seminarvorträgen (Organisation)</p> <p>- Praktische Erfahrungen mit der englischen Fachliteratur und Fachsprache (Methoden)</p> <p><i>- Basic knowledge of biochemistry to cellular systems as a basis for research in the molecular biosciences. Understanding of range of methods in state of the art biochemistry</i></p> <p><i>- Ability of applying basic principles of molecular biosciences to specific biological and medical case studies (problem-solving skills)</i></p> <p><i>- Apply fundamental and solid knowledge in molecular microbiology, in particular as applied to cellular systems as a basis for research microbial biosciences.</i></p> <p><i>- Critical understanding of the methodic repertoire with emphasis in current postgenomic microbial molecular microbiology</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>- Ability to reflect the significance of data from original literature (communication)</i></p> <p><i>- Selfcontained work with textbooks (organisation)</i></p> <p><i>- Ability to independently prepare, design and present a seminar (organisation)</i></p> <p><i>- Familiarity with English literature and language (methodic)</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2+2 SWS S 1+1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Molecular Mechanisms of Biochemical Processes</p> <p>- Structure and function of selected proteins with a focus on protein kinases</p> <p>- Molecular mechanisms of intracellular signaling cascades</p> <p>- G-protein coupled signaling pathways</p> <p>- Receptor tyrosine kinases mediated signal transduction Signal transduction by protein kinases</p> <p>- Receptor tyrosine kinases mediated signal transduction other signaling cascades</p> <p>- signaling in animal sensor systems</p> <p>- Regulation of metabolism and enzyme function</p> <p>- posttranslational modifications</p> <p>- Current methods of biochemistry</p> <p>- Interaction analysis</p> <p>- Biochemistry of components in human signaling pathways in healthy and diseased tissue (diabetes, cancer neurodegenerative diseases....)</p> <p>- current topics from molecular immunology, pharmacology and drug design</p> <p>Molecular Methods - Microbiology</p> <p>- Research into microbial genomics (strategies, systems, models, tools etc)</p> <p>- Postgenomic function analysis in molecular microbiology</p> <p>- Model system <i>Saccharomyces cerevisiae</i></p> <p>- Bioinformatics & interaction analytics</p> <p>- Generation and construction of genome-wide mutant collections</p> <p>- Functional & comparative genomics</p> <p>- Microarrays & Transkriptomcs</p> <p>- Proteomics, interactomics, localisome</p> <p>- Genomic islands, pathogenomics</p> <p>- Synthetic microbiology</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Molecular Mechanisms of Biochemical Processes Biochemistry II (lecture series, VL) Molecular Mechanisms of Biochemical Processes (seminar, S) Microbiology II (lecture series, VL) Seminar Microbiology II (seminar, S)

Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, seminar talks
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	two semesters
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basic knowledge in biochemistry and microbiology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	240 h (Kontaktstudium 90 h, Selbststudium 150 h) <i>(Contact time: 90 h, Independent studies: 150 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Regelmäßige, aktive Mitarbeit in den Seminaren <i>Active participation in the seminars</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	(1) Seminarvortrag über eine aktuelle Publikation in der Veranstaltung Molecular Mechanisms of Biochemical Processes inkl. anschließender Diskussion (30 Minuten). (2) Seminarvortrag über eine aktuelle Publikation in der Veranstaltung Seminar Microbiology II inkl. anschließender Diskussion (30 Minuten). Präsentation zweier aktueller Präsentationen mit anschließender Diskussion (je 30 min) Gewichtung 50:50 <i>(1) Seminar lecture on a recent publication in the course Molecular Mechanisms of Biochemical Processes with subsequent discussion (30 minutes).</i> <i>(2) Seminar presentation on a recent publication in the course Seminar Microbiology II with subsequent discussion (30 minutes).</i> <i>Weighted 50:50</i>
Credits	8 C (einschließlich 1 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Herberg
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Herberg, Schaffrath, external scientific experts and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Projector presentation
Literatur <i>Literature</i>	Current references were named from the respective lecturers. In general, the latest edition of the following textbooks is recommended: Gomperts, Kramer, Tatham: Signal Transduction, Elsevier (2002), englisch Jeremy Berg, John Tymozko and Lubert Stryer Deutsch: „Biochemie“, Springer Spektrum / English: „Biochemistry“, W. H. Freeman

Nummer / Code	MScNano W-BPM
Modulname / Module title	Professional Practical Training Master
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Einblick in die Berufswelt für Abgänger des Studiengangs M.Sc. Nanostrukturwissenschaften Integrierte Schlüsselkompetenzen: Fachübergreifende Studien: abhängig vom Praktikumsort Kommunikationskompetenz: Erweiterung der Integrationsfähigkeit und Teamfähigkeit Organisationskompetenz: Einhaltung von Zielvorgaben Methodenkompetenz: abhängig vom Praktikumsort <i>Insight into the professional world for the graduates of M.Sc. Nanoscience</i> Integrated key competencies: <i>Interdisciplinary studies: depending on location</i> <i>Communication competency: Increased ability for integration and teamwork</i> <i>Organisational competency: Keeping deadlines</i> <i>Methodic competency: depending on location</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P e 6 weeks Aufenthalt in einem Unternehmen, Seminar / <i>Practical training in a company, seminar</i>
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Six weeks practical training in a company or institution (outside the university). Insight in the work of physicists, chemists, biologists or graduates of nanoscience and nanotechnology as orientation for the future career. Preparation of a small project with higher level of individual activity requiring profound interdisciplinary knowledge and supervised by a contact person in the host institution. A second supervisor from the University of Kassel will coordinate the activities and evaluate the final report or the seminar talk. This talk is in general a part of a seminar, organized once per year in the winter semester, at which the students who have already made their practical training share their experience with the other students.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Seminar to Professional Practical Training for Students of Physics and Nanoscience
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Professional practical training
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	every semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	40 h x 6 = 240 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag ca. 20 min oder schriftlicher Bericht ca. 15 Seiten / <i>Seminar talk ca. 20 min or written report ca. 15 pages</i>
Credits	8 C (davon 4 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 4 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Popov
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Lecturers of nanoscience, including partners from industry
Medienformen <i>Media</i>	
Literatur <i>Literature</i>	

Nummer / Code	MScNano W-INT
Modulname / Module title	External Elective Modules Master
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>... sind in der Lage, auf Basis Ihrer bisherigen Ausbildung erfolgreich in nanowissenschaftlichen Modulen einer anderen Universität oder Forschungseinrichtung teilzunehmen</p> <p>... haben erfolgreich an Vorlesungen, Seminaren, Praktika oder Forschungsprojekten teilgenommen, die äquivalent zu den Wahlpflichtmodulen in Kassel angeboten werden</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Studierende besitzen interkulturelle Erfahrung, sind in der Lage, erfolgreich in einem internationalen Team zu arbeiten, und können sich in Englisch oder einer anderen Sprache auf einem höheren Niveau (mind. C1) verständigen (Kommunikation)</p> <p>Studierende haben für sich ein Auslandsstudium organisiert und sind in der Lage, ihre Studien auch in einer anderen Umgebung fortzusetzen (Organisation)</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... are able to apply their basic studies to successfully participate in nanoscience modules given by another university or research institution</i></p> <p><i>... have been working successfully in lectures, seminars, laboratory courses and/or research projects equivalent to elective modules offered in Kassel</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... gained intercultural experience (communication)</i></p> <p><i>... are able to work in an international team (communication)</i></p> <p><i>... are able to communicate in English on a higher level (min. C1) or in another language (communication)</i></p> <p><i>... have been able to organize a stay abroad (organizational)</i></p> <p><i>... have experience in continuing their studies in a different environment (organizational)</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	laut Learning Agreement / <i>according to Learning Agreement</i>
Lehrinhalte <i>Contents</i>	The contents will be defined by a Learning agreement prior to departure that is signed by the student, the receiving institution, the head of the examination committee, and, if applicable, by the programme coordinator. The module comprises the upper two levels of the "International Track" of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, i.e. seminars during and after the mobility.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) According to Learning Agreement (b) International day
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lectures, exercises, seminars, laboratory work, and others
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	every semester
Sprache <i>Language</i>	English or the main language of the receiving institution
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in nanoscience on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	variabel, max. 900 h / <i>varying, max. 900 h</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Bericht über die Erfahrungen im Ausland, als Vortrag (20-30 min) z.B. beim International Day oder in schriftlicher Form / <i>Report on the experiences abroad, given as talk (20-30 min) e.g. at the International Day or in written form</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Angegeben im Transcript of Records (recognition outcomes). Die Gesamtnote des Moduls wird nach Abzeichnung durch den Prüfungsausschussvorsitzenden vom Prüfungsbüro als nach Credits gewichteter Mittelwert der im Ausland bewerteten Modulen berechnet. <i>According to the Transcript of Records (Recognition outcomes). After acceptance by the head of the examination committee, an overall grade will be calculated as mean of the modules graded abroad, weighted by the number of credits.</i>
Credits	variabel, max. 30 C (davon 4 C für integrierte Schlüsselkompetenzen) / <i>varying, max. 30 C</i>

	<i>(including 4 C for integrated key competencies)</i>
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Head of examination committee
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	
Medienformen <i>Media</i>	
Literatur <i>Literature</i>	

Nummer / Code	MScNano W-KEY
Modulname / Module title	Additive Key Competencies
Art des Moduls / Module type	Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	Studierende erwerben zusätzliche nicht-fachgebundene Kompetenzen, die für ein späteres Berufsleben von Bedeutung sind. <i>Students acquire additional non study-specific competencies that are relevant for their professional life</i>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	Eine oder mehrere Veranstaltungen, die im Verzeichnis der Universität Kassel unter der Rubrik „Schlüsselkompetenzen fachübergreifend“ gelistet und für jedes Semester aktualisiert werden. Für die einzelnen Veranstaltungen können in Absprache mit dem anbietenden Dozenten jeweils 1 bis 6 Credits vergeben werden. Mitarbeit in Gremien der Universität Kassel (z.B. Fachbereichsrat, Fachschaft, Studiausschuss, AStA) sowie die ehrenamtliche Tätigkeit in der Selbstverwaltung, zur Unterstützung des Lehrbetriebes oder bei der Beratung von Studierenden (z.B. als Tutor) können ebenfalls bis zu einer Gesamthöhe von 3 Credits als Veranstaltung angerechnet werden. <i>One or more courses listed in the course catalogue of the university of Kassel under "Schlüsselkompetenzen fachübergreifend" which will be actualized every semester. For single courses 1 to 6 Credits may be given upon decision of the lecturer. Participation in academic committees (faculty council, student representation etc.) and voluntary support in academic administration, teaching or student counseling may also be acknowledged up to a limit of 3 credits.</i>
Lehrinhalte Contents	Contents depend on the courses selected. For example the following courses may be taken: - a foreign language - project management - intellectual property management - stress management - conflict management - advanced software usage This module comprises also the courses within the "International Track" of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, namely English for Scientists and Intercultural Communication as preparation for a mobility. Engagement in academic self-administration has to be confirmed by the electoral office of the university of Kassel, the AStA, the head of the respective committee or the dean of studies. In this case a portfolio of 5±1 pages has to be added which shall contain a self-reflection about the key competencies acquired.
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	See "Schlüsselkompetenzen fachübergreifend" in the course catalogue of the University of Kassel
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Depending on the selected course
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Nanoscience
Dauer Duration	Courses for additive key competencies are given in every semester
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	Depending on the selected course
Sprache Language	Depending on the selected course
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	none
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Abhängig von der jeweils gewählten Veranstaltung <i>Depending on the selected course</i>
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Nachweis von Studienleistungen in allen besuchten Veranstaltungen nach Vorgabe der anbietenden Dozenten bzw. Bereiche. <i>Records of all course projects according to the respective lecturers.</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	
Credits	variabel / <i>varying</i> , max. 8 C

Lehreinheit	central
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Head of examination committee
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Instructors of all departments and central institutions of the University of Kassel
Medienformen <i>Media</i>	Depending on the selected course
Literatur <i>Literature</i>	Depending on the selected course

Nummer / Code	MScNano W-ABT
Modulname / Module title	Applied Biotechnology
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>... erhalten ein Grundverständnis der Biotechnologie</p> <p>... bekommen einen Überblick über verschiedene biotechnologische Gebiete und deren Anwendungen.</p> <p>... werden an die wissenschaftliche Denkweise und theoretische Vorgehensweise der Molekularbiologie herangeführt.</p> <p>... eignen sich Strategien für das eigenständige Arbeiten mit Lehrbüchern und bioinformatischen Werkzeugen an</p> <p><i>Students</i></p> <p>... get a basic understanding of biotechnology</p> <p>... get an overview of different biotechnological fields and their applications.</p> <p>... are introduced to the scientific thinking and theoretical approach of molecular biology.</p> <p>... learn strategies for independent work with textbooks and bioinformatics tools are developed</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 1 SWS; S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Applied Biotechnology (VL):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to biotechnology - Industrial biotechnology - Medical biotechnology - Plant and animal biotechnology - Environment Biotechnology - Aquatic biotechnology - Biotechnology in analysis <p>Bioinformatic methods of biotechnology (S):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Databases for genes and proteins - Homology models and evaluation - Structure-based alignment - Virtual cloning - Protein purification
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Applied Biotechnology (VL); Bioinformatic methods of biotechnology (S)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Biologie
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, seminar each winter semester after arrangement and availability
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Good basic knowledge in biochemistry and genetics
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Contact hours 2 h x 15 = 30 h, , independent studies, 60 h)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Regelmäßige, aktive Mitarbeit im Seminar <i>Active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Entweder eine mündliche Prüfung zur Vorlesung (30 min) oder Erstellung eines Berichtes über die Anwendung der Seminarthemen an einem konkreten Beispiel und anschließender 10minütiger Diskussion. <i>Either an oral examination on the lectures (30 min) or preparation of a report on the application of the seminar topics on a concrete example, followed by a 10-minute discussion.</i>
Credits	3 C
Lehreinheit	Biologie

Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Bertinetti
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Pavlidis and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Projector, laboratory experiments, electronic learning platform, protocols
Literatur <i>Literature</i>	Current references were named from the respective lecturers. In general, the latest edition of the following textbooks is recommended: -R. Renneberg „Biotechnologie für Einsteiger“, Spektrum akademischer Verlag -W.J. Thieman, „Biotechnologie“, Pearson Studium -Clark & Pazdernik, „Molekulare Biotechnologie“, Spektrum akademischer Verlag

Nummer / Code	MScNano W-AEP
Modulname / Module title	Lab Course Advanced Experimental Physics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... führen komplizierte wissenschaftliche Experimente zu fortgeschrittenen Themen, die einen Bezug zu den Forschungsgebieten der Experimentalphysikgruppen haben, durch</p> <p>... analysieren Messdaten, berechnen physikalische Größen und deren Messunsicherheit</p> <p>... erwerben das Wissen zur systematischen Planung, Durchführung, Datenerfassung und Analyse physikalischer Messungen</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: <u>Methodenkompetenz:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Erwerb zusätzlicher Kompetenzen bei der Einarbeitung in komplexe naturwissenschaftliche Themen unter den praktischen Gesichtspunkten eines Experiments - Sicheres und kompetentes Arbeiten in einem physikalischen Labor - Entwicklung von Teamfähigkeit - Einsicht in die Berufswelt eines/r experimentell arbeitenden Physikers/in - Kompetenzerwerb in der Dokumentation komplexer Experimente und ihrer Ergebnisse - Kompetenzerwerb in der Präsentation eigener experimenteller Ergebnisse unter den Aspekten wissenschaftlicher Textverfassung <p><i>Students</i></p> <p>... will conduct sophisticated scientific experiments on advanced subjects related to the research areas of the experimental physics groups.</p> <p>... will analyse data, calculate physical values from the data and calculate the error for the data.</p> <p>... will get the knowledge of systematic planning, conduction, logging and analysis of physical measurement.</p> <p>Integrated key competencies: <u>Methodic competency:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gaining additional competence in independent familiarization in complex natural sciences topics under the practical point of view of an experiment - Safe and competent working in a physical laboratory - Development of the ability to work in a team - Gaining insight in the professional world of an experimentally working physicist. - Gaining competence in the documentation of complex experiments and their results - Gaining competence in the presentation of own experimental results under scientific aspects in writing.
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6 SWS
Lehrinhalte Contents	<p>Students choose a total of six experiments out of those offered by the research groups in experimental physics and listed by the lab course coordinator. Possible experiments are:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Measurement of ultrashort laser pulses through autocorrelation technique - Dye laser - Magnetization of thin films - Tunneling microscopy and spectroscopy - Infrared spectroscopy of atmospheric gases - Electron collision induced fluorescence of atoms and molecules - Photon statistics - High temperature superconductivity - Diode laser spectroscopy - Myon physics <p>Or others upon availability</p>
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Lab course advanced experimental physics
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Lab course in groups of two
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Nanoscience
Dauer Duration	upon arrangement
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	upon arrangement
Sprache Language	English / German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Basic training in experimental physics

Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	270 h (Präsenzzeit 90 h, Selbststudium 180 h) <i>(Contact time: 90 h, Independent studies: 180 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Bericht über sechs Experimente einschließlich der Beschreibung der zugrundeliegenden Physik, Durchführung der Experimente, Datenerfassung und wissenschaftliche Analyse in akzeptabler Form <i>Report on six experiments including incorporation of the underlying physics, conduction of the experiments, logging and scientific analysis in an acceptable form</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Mündliche Prüfung (15-45 min einschließlich Diskussion) <i>Oral examination (15 - 45 minutes including discussion)</i>
Credits	9 Credits (davon 3 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 3 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Senftleben
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	The professors of experimental physics
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	A manual and additional literature for each experiment is handed out to the students by the instructor. Please note that some material is available in German only.

Nummer / Code	MScNano W-APC
Modulname / Module title	Applied Physical Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> - haben einen Einblick in moderne Forschungsgebiete der Physikalischen Chemie - erfahren die Verbindung der Physikalischen Chemie mit Feldern wie Materialwissenschaften und anderen Disziplinen - sind in der Lage, Spezialliteratur der angewandten Physikalischen Chemie zu lesen und sie einem fortgeschrittenen Publikum zu präsentieren <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Datenauswertung und -visualisierung (methodisch)</p> <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... have insight into modern research areas of physical chemistry ... experience the connection of physical chemistry with fields such as materials science ... are able to read special research literature in applied physical chemistry and present it to an advanced audience <p>Integrated key competencies: <i>Data analysis and visualization (methodic)</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS S 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Lecture Applied Physical Chemistry Lecture on a modern research field connected with the research in the physical chemistry group, for example physical chemistry of low dimensional nanostructures with focus on one-dimensional and two-dimensional materials, their preparation, characterization and application</p> <p>Seminar Applied Physical Chemistry: First half: interactive course on data treatment, analysis and visualization on topics related to the lecture. In the second half of the semester, the seminar is supplemented by talks given by the participants.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Lecture Applied Physical Chemistry (b) Seminar Applied Physical Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in winter semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in chemistry on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	150 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 90 h) (<i>Contact time: 60 h, Independent studies: 90 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Präsentation im Seminar mit Diskussion (30 min) <i>Seminar talk with discussion (30 min)</i>
Credits	5 C (davon 1 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrereinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Backes
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Backes
Medienformen <i>Media</i>	blackboard, projector, electronic learning platform, computer

<p>Literatur <i>Literature</i></p>	<p>Skakalova, V.; Kaiser, A. B., Graphene - Properties, Preparation, Characterisation and Applications. ed.; Woodhead Publishing: 2021. Kolobov, A. V.; Tominaga, J., Two-Dimensional Transition-Metal Dichalcogenides. Springer, Cham: 2016. Special literature</p>
--	--

Nummer / Code	MScNano W-ARO
Modulname / Module title	Aromatic building blocks for organic nanostructures
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... kennen wichtige Anwendungen zwei- und dreidimensionaler aromatischer Systeme in Nanowissenschaften und Nanotechnologie ... können die elektronischen Eigenschaften aromatischer und heteroaromatischer Verbindungen beurteilen ... haben einen Eindruck über verschiedene Struktur motive basierend auf aromatischen Bausteinen ... kennen fundamentale und beispielhafte Verfahren zur Herstellung aromatischer und heteroaromatischer organischer Nanostrukturen <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... know important applications of two- and three-dimensional aromatic systems in the nanosciences and in nanotechnology ... can judge the electronic nature of aromatic and heteroaromatic compounds ... have an impression of various structural motives based on aromatic building blocks ... know fundamental and exemplary procedures for the preparation of aromatic and heteroaromatic organic nanostructures
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Graded reactivity for the construction of aromatic and heteroaromatic nanostructures. - Exemplary Syntheses of heteroaromatic compounds with variable numbers of heteroatoms (N, O, S). - Application of aromatic heterocycles as molecular switches, for molecular transport, and as molecular logical gates. - Planar linear and angular benzene nanostructures, preparation and properties. - Three-dimensional aromatic nanostructures, preparation and properties. - Fullerene model compounds and their preparations. - Fullerenes, their chemistry and some applications.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Aromatic building blocks for organic nanostructures
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture series
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience B.Sc. Nanostrukturwissenschaften
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English or German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamentals in Organic Chemistry Molecular Synthetic Chemistry
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Präsenzzeit 2 h x15= 30 h, Selbststudium 60 h) (<i>Contact hours 2 h x 15 = 30 h, independent studies, 60 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Set aus Moodle-Quizzes Beurteilung eines wissenschaftlicher Publikation (gewichtet 50:50) <i>Set of moodle quizzes (5)</i> <i>Scientific paper review (weighted 50:50)</i>
Credits	3 C
Lehrinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Faust
Lehrende	Faust, Flock, Fürmeier

<i>Lecturer(s)</i>	
Medienformen <i>Media</i>	Projector, black board, powerpoint
Literatur <i>Literature</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Eicher/Hauptmann: The Chemistry of Heterocycles, Wiley-VCH, Weinheim.* - Hopf: Classics in Hydrocarbon Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim.* - Hirsch/Brettreich: Fullerenes, Wiley-VCH, Weinheim.* <p>* als e-Book über UB Kassel zugänglich / as e-book available</p>

Nummer / Code	MScNano W-ASP
Modulname / Module title	Applied Semiconductor Physics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein gründliches Wissen über grundlegende Halbleiterphysik erworben ... kennen die Prinzipien des Elektronentransports in Halbleitern ... kennen fundamentale Bausteine für elektronische und optoelektronische Bauelemente ... kennen die Herstellung und die Funktionsprinzipien der wichtigsten elektronischen und optoelektronischen Bauelemente einschließlich auf Quanteneffekten beruhender Bauteile und Integrierter Schaltkreise ... werden in der quantitativen Lösung von praktischen Problemen trainiert <p>Methodenkompetenz: Training in der Präsentation von Lösungen an der Tafel vor einem Publikum</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a thorough knowledge about fundamental semiconductor physics ... understand the principles of electron transport in semiconductors ... know about basic building blocks for electronic and optoelectronic devices ... know about fabrication and functioning of major electronic and optoelectronic devices including quantum effect devices and integrated circuits ... to be trained to solve practical problems quantitatively <p>Integrated key competencies:</p> <p>Methodic competency: Training to communicate solutions to the audience using a blackboard</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL 3 SWS Ü 1 SWS
Lehrinhalte Contents	<p>Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repetition of basics in solid state physics from the point of view of semiconductors - Introduction in the fundamentals of semiconductors - Electronic and optical properties of semiconductors - Fabrication and properties of electronic and optoelectronic devices - Integration technologies for memories and processors - Static and dynamic behavior of devices - High power, microwave and high frequency applications - Quantum effect and nanostructured devices <p>Further keywords: reciprocal space, electronic bandstructure, carrier transport and scattering phenomena, light-matter interaction, doping, pn-junction, field-effect, Bipolar and MOS transistor, resonant tunneling diodes, thyristor, LED and laser, memory chip, integrated circuit</p> <p>Exercises</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repetition of deepening of lecture contents - Calculations of device characteristics, e.g., field distribution of pn-junction or I-V-curves for bipolar or field-effect devices
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Applied Semiconductor Physics Exercises to Applied Semiconductor Physics
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Lecture, exercise
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	importiert aus MSc Physics
Dauer Duration	one semester
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	annually, in winter semester
Sprache Language	English, lecture notes are also available in German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level (in particular in electromagnetism, optics and solid-state physics) with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	180 h (60h Präsenz + 120h Selbststudium) (Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h)
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	S1: Mindestens 60% der Übungen gelöst / <i>At least 60% of all exercises solved</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	Studienleistung

Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur 2-3 Stunden oder mündliche Prüfung (30 min) / <i>Examination either written (2-3 h) or oral (30 min)</i>
Credits	6 C (davon 1 C für integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkordinator <i>Responsible coordinator</i>	Reithmaier
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Reithmaier
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector
Literatur <i>Literature</i>	<ul style="list-style-type: none"> - J.D. Jackson, "Klassische Elektrodynamik", Walter de Gryter, 1981. - Stephan Gasiorowicz, "Quantenphysik", Oldenburg-Verlag, 2. Aufl., 1981. - Charles Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenburg-Verlag, 6. Aufl., 1983. - N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, "Solid State Physics", Saunders College Publishing, 1976. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 1 (Grundlagen der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 7. Aufl., 1995. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 2 (Bauelemente der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 4. Aufl., 1991. - Walter Heywang, Hans W. Pötzl, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 3 (Bänderstruktur und Stromtransport)", Springer-Verlag, 1976. - Günter Winstel, Claus Weyrich, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 10 (Optoelektronik I: Lumineszenz- und Laserdioden)", Springer-Verlag, 1980. - S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", John Wiley & Sons, 1985. - S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, 2nd Edition, 1981. - S.M. Sze, "Modern Semiconductor Device Physics", John Wiley & Sons, 1997 - K.J. Ebeling, "Integrierte Optoelektronik", Springer Verlag, 2. Aufl., 1992. - H. Ghafouri-Shiraz, B.S.K. Lo, "Distributed Feedback Laser Diodes: Principles and Physical Modelling", Wiley & Sons, 1996. - G. Bastard, "Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures", monographies de physique, les éditions de physique, Les Ulis, ca. 1980 (kein Erscheinungsjahr). - L.A. Coldren, S.W. Corzine, "Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits", Wiley & Sons, 1995. - Amnon Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications", 5th Edition, Wiley & Sons, 1997

Nummer / Code	MScNano W-CHM
Modulname / Module title	Chemistry of Materials
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben fundamentales Wissen in der Präparation, den Eigenschaften, Anwendung und Gebrauch hybrider Materialien und Polymere auf einem fortgeschrittenen Niveau ... sind in der Lage, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen im Kontext der Materialchemie aufzustellen ... können beurteilen, wie Strukturinformationen aus der Kombination verschiedener analytischer Techniken abgeleitet werden können <i>Students</i> ... <i>gain fundamental knowledge in preparation, characterization, properties, application and usage of materials (solid state and molecular) on an advanced level</i> ... <i>are able to establish structure property relationships in the context of materials chemistry</i> ... <i>can judge how structure information can be derived from the combination of various analytical techniques</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Building principles and aspects of structure, properties, preparation, characterization and applications of important inorganic and organic materials and polymers with crosslinks to organic, hybrid and responsive materials. Special topics include glass formation, sol-gel process, solvothermal synthesis, porous materials (MOFs, zeolites, MCMs, etc.), ceramics and synthetic aspects in the chemistry of materials with respect to their preparation and post-synthetic modification on an advanced level.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Chemistry of Materials
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture series
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English or German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	General Chemistry Basic Inorganic Chemistry Molecular Inorganic Chemistry Fundamentals of Organic Chemistry Physical Chemistry
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Präsenzzeit 2 h x 15 = 30 h, Selbststudium 60 h) (<i>Contact hours 2 h x 15 = 30 h, independent studies, 60 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftliche oder mündliche Prüfung (wird angekündigt) <i>Written or oral exam (to be announced)</i>
Credits	3 C
Lehrereinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Pietschnig
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Pietschnig
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector
Literatur <i>Literature</i>	- Schubert/Hüsing: Synthesis of Inorganic Materials. Wiley-VCH: Weinheim. - Allcock: Introduction to Materials Chemistry. Wiley-VCH: Weinheim. - specialized literature

Nummer / Code	MScNano W-CLK
Modulname / Module title	Biological Rhythms, Oscillations, and Clocks
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein grundlegendes Wissen über biologische Uhren auf verschiedenen Zeitskalen erworben ... kennen grundlegende Oszillatormodelle ... kennen Techniken der Charakterisierung biochemischer Feedback-Systeme ... erwerben eine Übersicht über Forschungsthemen und -stand auf dem Gebiet biologischer Uhren <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a basic knowledge about biological clocks on different time scales ... know the basic oscillator models ... know techniques of characterizing biochemical feedback networks ... know analytical and simulation techniques for characterizing dynamic systems ... gain an overview over research topics and state of the art in the field of biological clocks
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2+2 SWS, S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Fundamentals of Multiscale Clocks:</p> <p>Terms in chronobiology, chemical kinetics and mathematical physics, Dynamical systems, ordinary differential equations, stability analysis, limit cycles</p> <p>Fundamental one-dimensional oscillators, mechanical oscillator, nonlinear systems, phase diagrams, transition to chaos</p> <p>Coupled reactions and two-dimensional oscillators, predator-prey-models, chemical oscillations, reaction-diffusion systems</p> <p>Enzyme- and transcription-regulated reaction networks, experimental techniques</p> <p>Circadian clocks, cell cycle clocks, photoperiodic responses, electrophysiological oscillations</p> <p>Simulation techniques, time series analysis</p> <p>Biweekly lecture seminar Multiscale Clocks</p> <p>(in collaboration with the research training network "Multiscale Clocks"):</p> <p>Current topics of biological clocks on multiple timescales</p> <p>Workshop Multiscale Clocks:</p> <p>Participation in one of the workshops of the research training network "Multiscale Clocks"</p> <p>e.g. Computer exercises on coupled reaction models (Python/Matlab), Literatur seminar on classical papers, Methods of analyzing biological clocks</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	<p>Fundamentals of Multiscale Clocks (Video lecture series)</p> <p>Ringvorlesung Graduiertenkolleg Multiscale Clocks (Biweekly seminar)</p> <p>Workshop Multiscale Clocks</p>
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Digital lecture, computer seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience, M.Sc. Biologie, M.Sc. Mathematics, M.Sc. Physics, M.Sc. Elektrotechnik, M.Sc. Informatik
Dauer <i>Duration</i>	two semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually. The video lectures are available any time. The ring lecture should be attended for two semesters. The workshops are offered once a year.
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 45 h, Videovorlesungen 30 h, Selbststudium 105h) (<i>Contact time: 45 h, Video lectures 60 h, Independent studies: 105 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning</i>	Abgeschlossene Workshopübungen <i>Completion of workshop exercises</i>

assignments	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Mündliche Prüfung (30 min) <i>Oral exam (30 min)</i>
Credits	6 C
Lehreinheit	Chemie, Mathematik, Biologie, Physik, Elektrotechnik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	members of the graduate school „Biological clocks on multiple timescales“
Medienformen <i>Media</i>	Videos, Computer
Literatur <i>Literature</i>	D.B. Forger (2017), Biological clocks, rhythms and oscillations, MIT press, Cambridge, Massachusetts special literature

Nummer / Code	MScNano W-COC
Modulname / Module title	Computational Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> - haben einen Einblick in moderne Forschungsgebiete der Computational Chemistry - können Methoden der Computational Chemistry selbständig auf Forschungsfragen anwenden - erfahren die Verbindung der Computational Chemistry mit Feldern wie Materialwissenschaften und anderen Disziplinen - sind in der Lage, Spezialliteratur der angewandten Computational Chemistry zu lesen und sie einem fortgeschrittenen Publikum zu präsentieren <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>... have insight into modern research areas of computational chemistry</i> <i>... are able to apply computational chemistry methods to research questions</i> <i>... experience the connection of computational chemistry with fields such as materials science</i> <i>... are able to read special research literature in applied computational chemistry and present it to an advanced audience</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS Ü 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potential Energy Surfaces - Molecular mechanics - Machine Learning models - Electronic structure calculations (Hartree-Fock, Density Functional Theory, Møller-Plesset, Coupled Cluster) - Simulation of molecules, materials, and interfaces - Perturbation Theory - Differentiable Chemistry <p>Exercise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brief introduction in the scripting language Python. - Implementation of Machine Learning models and electronic structure calculations in Python. - Introduction into automatic differentiation for (al-)chemical derivatives. - Numerical methods / algorithms related to the lecture contents.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Computational Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, exercises
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	BSc Nanostrukturwissenschaften, MSc Nanoscience, MSc Mathematics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	anually
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics or chemistry on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h) <i>(Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen <i>Successful participation at exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>written (1-2 h) or oral exam (30 min)</i>
Credits	6 C
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	von Rudorff

Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	von Rudorff
Medienformen <i>Media</i>	Slides, code sessions, videos
Literatur <i>Literature</i>	The updated literature will be announced in the lecture.

Nummer / Code	MScNano W-COP
Modulname / Module title	Computational Physics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein grundlegendes Verständnis der numerischen Herangehensweise an Probleme der theoretischen Physik ... kennen wichtige numerische Methoden zur Lösung von Problemen aus der klassischen und Quantenmechanik sowie der statistischen Physik auf dem Computer ... haben Programmiererfahrung u. die Fähigkeit, moderne Computercluster zu benutzen ... verstehen Computerarchitekturen und haben Erfahrung in der Performance-Evaluation von Software ... können theoretisch formulierte Probleme in einen Computeralgorithmus umzusetzen ... haben praktische Erfahrungen in der Durchführung eines kleinen Projekt aus der computerorientierten, theoretischen Physik erworben (mathematischen Formulierung des Problems, Implementierung des Programms, Debuggen von Compiler- oder Run-time-Fehlern, Analyse der Ergebnisse). <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... <i>Understand and apply the fundamental numerical implementation procedures in order to solve problems in theoretical physics by means of computers.</i> ... <i>Knowledge of the most important numerical methods for solving problems in classical, quantum and statistical mechanics.</i> ... <i>Acquire state of the art programming skills, good programming practices and an efficient use of high performance computer clusters, including experience with performance evaluation software.</i> ... <i>Understand the current computer architectures.</i> ... <i>Ability to implement a mathematically formulated theoretical problem in the form of computer algorithm.</i> ... <i>First practical experience with a small theoretical problem from the mathematical formulation, over the Computer-program conception, its implementation and run-time, debugging up to the physical analysis of the numerical results.</i>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL 3 SWS Ü 1 SWS
Lehrinhalte Contents	<p>Introduction to the Fortran programming language. Use of Fortran compilers and the Unix operating system.</p> <p>Introduction to parallel programming: Computer architectures, parallelization strategies, performance evaluation, message passing interface, OpenMp, etc.</p> <p>A selection of the following subjects. The choice is made by the lecturer taking into account possible student interests so that a diverse and most instructive field is covered.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Numerical methods for solving optimisation problems (genetic algorithms, basin hopping, Metropolis Monte Carlo, parallel tempering Monte Carlo). 2) Numerical methods for quantum many-body lattice models (Lanczos- and Davidson-Methods). 3) Density functional theory with local basis sets. 4) Classical adiabatic and non-adiabatic molecular dynamics simulations. Langevin Dynamics. 5) Statistical Markov dynamics (Master equation, kinetic Monte Carlo). 6) Numerical methods for the description of non-adiabatic quantum dynamics. 7) Methods of numerical representation of dynamical quantum systems (discrete variable representation, Binary representation of spin systems). 8) Numerical solution of the time-dependent Schrödinger and Liouville von Neumann equations (orthogonal polynom propagator, Krylov-Space methods). Time-dependent density functional theory 9) Non-perturbative treatment of light-matter interactions . 10) Numerical Ansätze in optimal control theory (Gradient methods, Krotov-Method, etc.)
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Computational Physics Exercises on Computational Physics
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Lecture, Exercises, practical work at desktop computers
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	importiert aus MSc Physics
Dauer Duration	one Semester
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	every second year in summer semester
Sprache Language	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	

Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	150 h (60h Präsenz + 90h Selbststudium) (60 contact hours, 90h independent studies)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Successful participation at exercises
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Course project
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Entwicklung eines Computerprogramms zur numerischen Lösung eines einfachen Problems von physikalischem oder numerischem Interesse aus den in der Vorlesung behandelten Themen. Schriftlicher Bericht über Algorithmus inklusive Ergebnisanalyse oder Kurzvortrag im Rahmen eines Seminars inkl. wissenschaftlicher Diskussion. <i>Development of a computer program for the numerical solution of a relatively simple problem having a clear physical and/or numerical interest. The actual problem is chosen by the student from a number of alternatives proposed by the lecturer, which are related to the subjects treated in the lectures. Included is a short written report on the problem, algorithm, and analysis of the results. Alternatively the written report may be replaced by an oral presentation in the framework of a seminar, which includes a scientific discussion.</i>
Credits	5 C
Lehrereinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Buhmann
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Buhmann
Medienformen <i>Media</i>	Practical work at computers
Literatur <i>Literature</i>	Subject dependent

Nummer / Code	MScNano W-EPS
Modulname / Module title	Experimental Physics Seminar
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende ... sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Experimentalphysik, das z. T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbständig Literatur zu recherchieren. ... sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbständig zu erarbeiten. ... können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Experimentalphysik so strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann. Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren. Integrierte Schlüsselkompetenzen (Kommunikationskompetenz): Studierende ... sind in der Lage, eine ansprechende Präsentation zu erstellen. ... sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer). ... beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede</p> <p><i>Students</i> ... are able to independently research literature on a given, current topic from modern experimental physics, some of which is still the subject of research. ... are able to work out a current field of knowledge independently. ... can structure and give a lecture on a complex topic of modern experimental physics in such a way that a physically educated audience can follow the lecture well. By structuring the lecture they can also interest the audience in a complex special topic. Integrated key competences (communication competence): <i>Students</i> ... are able to create an appealing presentation. ... are able to lead a scientific discussion (about their own topic as well as about the topics of the other seminar participants). ... have a command of German or English technical language in free speech.</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	HS 2 SWS ("Hauptseminar")
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Talks about changing complex issues of modern experimental physics
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Experimental Physics Seminar: Femtosecond Spectroscopy in Physics, Biology, Chemistry and Engineering
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Seminar talks with scientific discussion
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in winter semester
Sprache <i>Language</i>	English / German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	150 h (30h Präsenz + 120h Selbststudium) <i>(30h in presence + 120h work at home)</i>
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30 – 60 min) <i>Seminar talk with scientific discussion (in total 30 – 60 min)</i>
Credits	5 C (davon 2 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 2 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik

Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Baumert
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Baumert
Medienformen <i>Media</i>	Projector presentation
Literatur <i>Literature</i>	Recommendations for the access in literature investigations will be provided for each topic.

Nummer / Code	MScNano GCO
Modulname / Module title	Seminar Basics of Chronobiology and Olfaction
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	- Erwerb von Spezialwissen aus Bereichen der Neurobiologie und Neuroethologie: circadiane Rhythmen, Geruchsinformationsverarbeitung; Funktion von Neuropeptiden in Gehirnfunktionen von Insekten und Säugern. - Kritische und selbständige Erarbeitung eines Seminarthemas aus dem Bereich der Neurophysiologie in Englisch; aus englischer Originalliteratur <i>Background knowledge for the advanced courses in Neurobiology with focus in Chronobiology and Sensory Physiology of Chemoreceptive Sciences. Critical reading of original science literature and understanding of the essence of experimental outcomes</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	S 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Ausgewählte, aktuelle Literatur aus der Neurobiologie/Neuroethologie mit Fokus auf Insekten. Neuester Stand folgender Forschungsgebiete: Funktion von Neuropeptiden und biogenen Aminen in Insektengehirnen, Einführung in die Neurobiologie der Insekten, olfaktorische Transduktion von Invertebraten, Einführung in die circadiane Rhythmik <i>Introduction to Insect Neurobiology; Introduction to the function of neuropeptides; Introduction to Chronobiology and insect circadian rhythms; Introduction to olfaction.</i>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Basics of Chronobiology and Olfaction
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Biologie B.Sc. Nanostrukturwissenschaften
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, winter semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basic knowledge of animal physiology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Präsenzstudium: 3 x 15 = 45 h Selbststudium 45 h) <i>(Contact hours: 45 h, self-study 45 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Seminar <i>Regular and active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag (ca. 30 min) auf Englisch <i>Oral presentation, Seminar, ca. 30 min</i>
Credits	3 C
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Stengl
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Stengl
Medienformen <i>Media</i>	Beamer, Powerpointpräsentation, Integration neuer Medien
Literatur <i>Literature</i>	Original English literature

Nummer / Code	MScNano W-MMC
Modulname / Module title	Machine Learning for Materials and Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> - haben einen Einblick in modernes maschinelles Lernen für Anwendungen Materialwissenschaften und Chemie - können Methoden des maschinellen Lernens selbständig auf Forschungsfragen anwenden/implementieren - sind in der Lage, Spezialliteratur des angewandten maschinellen Lernens zu lesen und sie einem fortgeschrittenen Publikum zu präsentieren <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>... have insight into modern machine learning for applications in materials science and chemistry</i> <i>... are able to apply/implement machine learning methods to research questions</i> <i>... are able to read special research literature in applied machine learning and present it to an advanced audience</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS Ü 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Data sets and problem categories - Mapping practical problems in materials and chemistry to machine learning applications - Regression - Classification - Clustering - Deep Learning - Kernel Methods - Derivatives in chemical space - Representations for molecules and materials - Training procedures and hyperparameter optimization <p>Exercise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brief introduction in the scripting language Python. - Implementation of Machine Learning models in Python - Practical application of to design problems of materials science or Chemistry
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Computational Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, exercises
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	BSc Nanostrukturwissenschaften, MSc Nanoscience, MSc Mathematics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	anually
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics or chemistry on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktzeit 60 h, Selbststudium 120 h) <i>(Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen <i>Successful participation at exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>written (1-2 h) or oral exam (30 min)</i>
Credits	6 C
Lehrinheit	Chemie

Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	von Rudorff
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	von Rudorff
Medienformen <i>Media</i>	Slides, code sessions, videos
Literatur <i>Literature</i>	The updated literature will be announced in the lecture.

Nummer / Code	MScNano W-MS1
Modulname / Module title	Molecular Physics and Spectroscopy I
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Molekülphysik zu beginnen.</p> <p>... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet.</p> <p>... kennen bedeutende Entwicklungen in der Molekülphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet.</p> <p>... kennen die experimentellen Techniken, die in der Molekülphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen.</p> <p>... kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.</p> <p>... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Molekülphysik und sind sich der Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p>... haben grundlegende Kenntnisse über Methoden zur Erzeugung reaktiver, kurzlebiger Moleküle</p> <p>... haben grundlegende Kenntnisse der Rotations- und Vibrationsspektroskopie</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have familiarised themselves exemplarily with a selected special field of experimental physics and, building on this, are able to start working in an experimentally researching group in molecular physics.</i></p> <p><i>... have an overview of the established knowledge in the special field.</i></p> <p><i>... know important developments in molecular physics from the last years or decades and have an idea of current unsolved questions in the field.</i></p> <p><i>... know the experimental techniques used in molecular physics and can assess which techniques are suitable to measure certain physical quantities.</i></p> <p><i>... know the advantages and disadvantages of individual experimental techniques and know how the different techniques complement each other.</i></p> <p><i>... know the relevant models and approximations for describing physical phenomena in molecular physics and are aware of the limitations of the models used.</i></p> <p><i>... have basic knowledge of methods for the generation of reactive, short-lived molecules.</i></p> <p><i>... have basic knowledge of rotational and vibrational spectroscopy</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL 2 SWS Ü 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Methoden zur Erzeugung von Molekülen und Radikalen (Laserablation, Überschalldüsenstrahlen, RF-Plasma-Techniken); Grundlagen der Physikalischen Chemie; Chemische Bindung; Rotations-, Vibrationsspektroskopie; Symmetrie und Molekülphysik; Interpretation von Rotations-Vibrationsspektren
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Molekülphysik und Spektroskopie I Übung zur Molekülphysik und Spektroskopie I
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, exercises
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, in winter semester
Sprache <i>Language</i>	English/German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	basic knowledge in physics and chemistry (bachelor student level)
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	180 h (60h Präsenz + 120h Selbststudium) <i>(60 contact hours, 120h independent studies)</i>
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen <i>Successful participation in the exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	Studienleistung / <i>Course projects</i>

Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>written (1-2 h) or oral exam (30 min)</i>
Credits	6 C
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Giesen
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Giesen
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, Power Point
Literatur <i>Literature</i>	Spectra of Atoms and Molecules, P.F. Bernath; Molecular Spectra and Molecular Structure, Herzberg, Band I – III. Microwave Spectroscopy, Townes and Sharlow

Nummer / Code	MScNano W-MS2
Modulname / Module title	Molecular Physics and Spectroscopy II
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Molekülphysik zu beginnen.</p> <p>... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet.</p> <p>... kennen bedeutende Entwicklungen in der Molekülphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet.</p> <p>... kennen die experimentellen Techniken, die in der Molekülphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen</p> <p>... kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.</p> <p>... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Laborspektroskopie</p> <p>... sind sich über die Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p>... haben grundlegende Kenntnisse über Methoden zur Erzeugung reaktiver Moleküle</p> <p>... haben grundlegende Kenntnisse der Rotations- und Vibrationsspektroskopie</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have familiarised themselves exemplarily with a selected special field of experimental physics and, building on this, are able to start working in an experimental research group in molecular physics.</i></p> <p><i>... have an overview of the established knowledge in the special field.</i></p> <p><i>... know significant developments in molecular physics from the last years or decades and have an idea of current unsolved questions in the field.</i></p> <p><i>... know the experimental techniques used in molecular physics and can judge which techniques are suitable to measure certain physical quantities.</i></p> <p><i>... know the advantages and disadvantages of individual experimental techniques and how the different techniques complement each other.</i></p> <p><i>... know the relevant models and approximations for the description of physical phenomena in laboratory spectroscopy.</i></p> <p><i>... are aware of the limitations of the models used.</i></p> <p><i>... have basic knowledge of methods for the generation of reactive molecules.</i></p> <p><i>... have basic knowledge of rotational and vibrational spectroscopy</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS Ü 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Die Vorlesung vertieft Studieninhalte zu wechselnden Themen der Molekülphysik.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Molekülphysik und Spektroskopie II Übungen zur Molekülphysik und Spektroskopie II
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	lecture, discussion, exercises
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Molecular Physics and Spectroscopy I
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (60h Präsenz + 120h Selbststudium) (60 contact hours, 120h independent studies)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen <i>Successful participation in the exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistungen / <i>Course projects</i>

Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Mündliche Prüfung (30 min) <i>Oral examination (30 min)</i>
Credits	6 C
Lehrereinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Giesen
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Giesen
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, power point
Literatur <i>Literature</i>	Bernath Spectra of Atoms and Molecules; Bunker/Jensen: Molecular Symmetry and Spectroscopy; Duley/Williams: Interstellar Chemistry; Schlemmer/Giesen/Lewen/ Winnewisser: Spectroscopy and Applications to Astrophysics; in Frontiers of Molecular Spectroscopy

Nummer / Code	MScNano W-NQ1
Modulname / Module title	Nanoscale Quantum Optics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul/ <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende ... haben ein fundiertes Wissen über Quantenoptik im Nanobereich erworben ... sind in der Lage, Experimente zu beschreiben und die Schlüsselkonzepte der Quantenoptik darstellen ... kennen verschiedene experimentelle Aufbauten zur Durchführung von quantenoptischen Experimenten mit besonderem Schwerpunkt auf der Nanoskala ... sind in der Lage, Forschungsarbeiten zu präsentieren und zu diskutieren ... sind in der Lage, experimentelle und theoretische Konzepte der Quanteninformationsverarbeitung zu verstehen und anzuwenden</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Methodische Kompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, ihr Wissen, ihr Verständnis und ihre Problemlösungsfähigkeiten auf konkrete Forschungsarbeiten anzuwenden.</p> <p><i>Students</i> ... will have acquired a thorough knowledge about quantum optics applicable to the nanoscale ... will be able to describe experiments which are depicting key concepts of quantum optics ... will know different experimental platforms to perform quantum optics experiments with special focus on the nano scale ... are able to present and discuss research work ... will be able to understand and apply experimental and theoretical concepts from quantum information processing</p> <p>Integrated key competencies: Methodic competency: Students have the ability to apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities to actual research work</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 3 SWS, Ü 1 SWS, S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Quantization of the electro-magnetic field, quantum states of the light field, photon statistics, experimental realizations, two level systems, density matrix formalism, quantization of atom light interaction, Jaynes-Cummings-Model, dressed states, entanglement, experiments with entangled photons, measurement process, decoherence, nano scale experimental realizations of quantum optics experiments, quantum teleportation.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Nanoscale Quantum Optics I – Basic principles
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, Seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache <i>Language</i>	English, for a transitional period lecture notes and exam questions will also be available in German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge of Quantum mechanics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Präsenz: 60 h, Selbststudium 120 h) (Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen / <i>Successful participation in the exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistungen / <i>Course projects</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Prüfungsleistung: Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min). <i>Written examination (1 – 2 hours) or oral examination (30 min.).</i>

Credits	6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Singer
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Singer, Wang
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, online material
Literatur <i>Literature</i>	<p>Nanoscale Quantum Optics I Gerry & Knight, Introductory quantum optics, Mark Fox, Quantum Optics: An Introduction, Oxford Master Series in Physics Haroche und Raimond, Exploring the quantum, Oxford graduate texts Also: Auletta, Fortuato und Parisi , Quantum Mechanics , Cambridge. Loudon, The Quantum theory of light Scully & Zubairy, Quantum optics, Walls & Milburn, Quantum optics Cohen-Tannoudji, Dupont-Roc & Grynberg, Atom photon interactions,</p>
Special information	A presentation can be given as optional course project.

Nummer / Code	MScNano W-NQ2
Modulname / Module title	Advanced Nanoscale Quantum Optics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende ... haben ein fortgeschrittenes Wissen über Quanteninformationsverarbeitung erworben ... sind in der Lage, anspruchsvolle Experimente zu beschreiben, die Schlüsselkonzepte der Quanteninformationsverarbeitung darstellen ... kennen verschiedene experimentelle Plattformen zur Durchführung von quantenoptischen Experimenten mit speziellem Fokus auf Quanteninformationsverarbeitung ... sind in der Lage, Forschungsarbeiten zu simulieren und zu verifizieren ... sind in der Lage, fortgeschrittene experimentelle und theoretische Konzepte der Quanteninformationsverarbeitung zu erweitern und zu entwickeln</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Methodische Kompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, ihr Wissen und Verständnis anzuwenden, um neue Ideen in der Quanteninformationsverarbeitung und Quantenoptik zu entwickeln.</p> <p><i>Students</i> ... will have acquired an advanced knowledge about quantum information processing ... will be able to describe sophisticated experiments which are depicting key concepts of quantum information processing ... will know different experimental platforms to perform quantum optics experiments with special focus on quantum information processing ... are able to simulate and verify research work ... will be able to extend and develop advanced experimental and theoretical concepts from quantum information processing</p> <p><i>Integrated key competencies:</i> <i>Methodic competency: Students have the ability to apply their knowledge and understanding to develop now ideas in quantum information processing and quantum optics</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 3 SWS, Ü 1 SWS, S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Advanced nano scale experiments from quantum information processing, colour centres (also in nano diamonds), quantum information processing with single ions, quantum communication, quantum repeater, quantum computer and algorithms, ultra-precise nano sensors, quantum error correction and experimental implementation on the nano scale, quantum simulation, cavity quantum electrodynamics and Schrödinger-cat states.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Advanced Nanoscale Quantum Optics – Applications in Quantum Information Processing
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, Seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, start in winter or summer semester possible
Sprache <i>Language</i>	English, for a transitional period lecture notes and exam questions will also be available in German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge of Quantum mechanics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (60h Präsenz + 120h Selbststudium) <i>(60h contact hours, 120h independent studies)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen <i>Successful participation in the exercises</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistungen / <i>Course projects</i>

Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>Written examination (1-2 hours) or oral examination (30 minutes)</i>
Credits	6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Singer
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Singer, Wang
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, online material
Literatur <i>Literature</i>	Gerry & Knight, Introductory quantum optics, Nielsen & Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge press. Haroche und Raimond, Exploring the quantum, Oxford graduate texts. Lo, Popescu & Spiller, Introduction to Quantum Computation and Quantum Information. Bouwmeester, Ekert & Zeilinger, The Physics of Quantum Information. John Preskill Lecture Notes for Physics 229, Quantum Information and Computation.
Special information	A seminar presentation can be given as optional course project.

Nummer / Code	MScNano W-NTN
Modulname / Module title	Nanosystem Technology and Nanophotonic Device Fabrication
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... kennen das enorme Anwendungspotenzial von Micromachining, Mikrosystemtechnologie und optoelektronischer Komponenten ... können Probleme unter Anwendung technischer Fabrikationswerkzeuge lösen ... verstehen die Prinzipien von Erfolg in der Natur und können sie in andere wissenschaftliche Felder in der Mikro- und Nanosystemtechnologie übertragen ... können reflektieren und wissenschaftlich arbeiten, mit schlüssiger Methodologie ... haben einen Eindruck der Produktionskosten in Bezug auf mikromaschineller Self-Assembly vs. maschineller Produktion bzw. menschlicher Produktion ... kennen ökonomische Aspekte und strategische Planung in Firmen, Energieverbrauch, benötigte Fabrikationsprozesse und Arbeitskräfte in Bezug auf Mikrosystemtechnik und Micromachining ... haben die Gründe für eine Miniaturisierung in Nanoelektronik und Nanosystemtechnik verstanden ... erkennen, in welchen Fällen nasses oder trockenes Ätzen von Vorteil ist ... identifizieren Analogien zwischen subnanoskaligen Systemen wie Atomen, die durch elektrostatische Kräfte zusammengehalten werden, und kosmischen Systemen, die durch Schwerkraft zusammengehalten werden ... verstehen die Konsequenzen der Skalierung fundamentaler Kräfte ... erkennen mathematische Analogien in den Differentialgleichungen, die sinusoidal variierende Anregungen in mechanischen und elektrischen Oszillatoren beschreiben ... verstehen die komplexe Interaktion von Plasma und dessen Anwendung in Trockenätzprozessen ... nähern sich an Forschung und Entwicklung im Feld der Nanosysteme und technologischer Fertigung ... kennen den Energieverbrauch von Nanosystemen während der Operation und Möglichkeiten, Energie zu sparen ... kennen wichtige Anwendungsfelder und Forschungsthemen für Nanosysteme und technologische Fertigung ... erkennen Analogien in Mechanik, Elektronik und Photonik ... erkennen interdisziplinäre Bezüge auf dem Gebiet der Nanosysteme ... erwerben grundlegendes Wissen über Nanosensoren und Nanoaktuatoren ... erkennen das Potenzial von "smart personal environments" ... verstehen die Grundlagen von Micromachining, Mikro-optoelektro-mechanischer Systeme (MOEMS) und optischer MOEMS ... verstehen die Grundlagen der Halbleitertechnologie einschließlich spezifischer Prozesse, Entwürfe und benötigter Instrumentierung ... erkennen Markttendenzen ... etablieren Synergien zwischen Ingenieur- und Naturwissenschaften ... kennen Dünnschicht- und Reinraumtechnologien ... kennen Entwurf, Fabrikation und Anwendungen von nanoelektronischen, (opto-)elektronischen und mikromaschinellen Bauelementen ... kennen Forschungs- und Entwicklungsfelder der Nanosystem- und Nanofabrikationstechnologien <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen</p> <p>Interdisziplinäre Studien: Studierende können die wechselseitige Beziehung zwischen Nanosystemen (Nanosensoren und -aktuatoren) und z.B. Medizin, Technik, Messtechnik, Hochfrequenzkommunikation, Beleuchtung, Wirtschaft und Gesellschaft erkennen</p> <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... know the huge application potential of micromachining, microsystem technology and optoelectronic components ... know how to solve problems using technological fabrication tools. ... understand principles of success in nature and can transform them to other scientific fields in micro- and nano system technology ... are able to reflect and work scientifically ... concluded methodology ... have an impression of production cost with respect to micromachined self-assembly vs machine assembly vs human resource based assembly ...know economic aspects and strategic planning in companies, energy consumption, required fabrication processes and required human resources related to microsystem technology and micromachining systems ... have understood the reasons why we miniaturize in nanoelectronics and in nano system technology ...realized in which cases wet or dry etching has advantages ... identified analogies between subnanoscale systems like atoms assembled by electrostatic forces and cosmic systems assembled by gravity forces

	<p>... understood the consequences of scaling for fundamental forces</p> <p>... realized mathematical analogies in the differential equations describing of sinusoidal varying excitation in mechanical and electrical oscillators</p> <p>... understand the complex interaction of plasma and their use in dry etching processes</p> <p>... learn to approach research and development in the area of nanosystems and technological fabrication machines</p> <p>... know the energy consumption of nano systems during operation and potentials to save energy</p> <p>... know important application areas and research topics of nanosystems and technological fabrication machines</p> <p>... know further analogies in mechanics, electronics and photonics</p> <p>... know interdisciplinary relations in nanosystems</p> <p>... aquired basic knowledge about the fundamentals of nanosensors and nanoactuators</p> <p>... realized the potential of smart personal environments</p> <p>... understand the fundamentals in micromachining, micro-optoelectro-mechanical systems (MOEMS) and optical MOEMS</p> <p>... understand the fundamentals of semiconductor technology including specific processes, schemes and required instrumentation</p> <p>... realize market trends</p> <p>... establish synergies between engineering disciplines and natural sciences</p> <p>... understand thin layer and clean room technologies</p> <p>... realize design, fabrication and use of nanoelectronic, (opto-)electronic and micromachined devices</p> <p>Research and development in the area of nanosystem technology and nano-fabrication technology.</p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Interdisciplinary studies:</u> Students are able to identify the mutual relationship between nanosystems (nanosensors and nanoactuators) and e.g. medicine, engineering, metrology, high bit-rate communication, lighting, economy and society</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	V 4 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction to micromachining, microsystem techniques, miniaturization, packaging - Crystal growth: semiconductor wafers, thin layer epitaxy Lithography: optical, X-ray, electron-beam, ion-beam, EUVL, nano imprint - Plasma processing and vacuum technology Deposition techniques: evaporation, sputtering, plasma assisted techniques - Dry and wet-chemical etching and clean room technology Fabrication technology of electronic devices (planar transistor, electronic integrated chips), optoelectronic devices (semiconductor lasers, gratings) and micro-optoelectromechanical systems (MOEMS) - Introduction to micromachining, microsystem techniques, miniaturization, packaging and nanotechnology - Reasons for miniaturization and integration, types of micromachining - Sensors and actuators - Large variety of MEMS and MOEMS examples: membranes, springs, resonator elements, cantilevers, valves, manipulation elements, gripping tools, light modulators, optical switches, beam splitters, projection displays, micro optical bench, data distribution, micromachined tunable filters and lasers, - Displays: micromachined (micromirror) displays, laser display technology, vacuumelectronics - Micromirror arrays for smart windows - Nanoscale bio- and chemosensors - Drug delivery systems - Lab on a chip production methodology - Basics of nanofluidics for computing <p>Lab tour in the clean room.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Technology of electronic and optoelectronic devices Nanosystem technology
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	B.Sc. Nanoscience M. Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in electronic devices (diodes, transistor) and optoelectronic devices (semiconductor laser, LEDs, solar cells)
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	

Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h) <i>(Course attendance: 60 h, independent studies, 120 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Mündliche Prüfung (30 min) / <i>Oral exam (30min)</i>
Credits	6 C
Lehreinheit	Elektrotechnik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Hillmer
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Hillmer, Kusserow
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, hands-on in experiments in the lecture hall and for demonstrators.
Literatur <i>Literature</i>	<p>German:</p> <ul style="list-style-type: none"> - S. Büttgenbach: Mikromechanik - Einführung in Technologie und Anwendungen, 2. Auflage, Teubner, 1994 - T. Fauster, L. Hammer, K. Heinz und A. Schneider: Oberflächenphysik - Grundlagen und Methoden, Oldenbourg Verlag, ISBN 978-3-486-72135-5 <p>Additional:</p> <ul style="list-style-type: none"> - W. Menz und J. Mohr: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, 2. Aufl., VCH Verlag, 1997 - Optik, Eugene Hecht, De Gruyter, 6. Auflage - I. Ruge und H. Mader: Halbleitertechnologie, Serie Halbleiter-Elektronik, Band 4, Springer Verlag, 1991 - H. Hultzs: Optische Telekommunikationssysteme, Damm Verlag, 1996 - H. Beneking: Halbleiter Technologie, Teubner, Stuttgart, ISBN 3-519-06133-3, 1991 <p>English:</p> <ul style="list-style-type: none"> - R. Williams: Modern GaAs Processing Methods, Artech House, Inc., ISBN 0-89006-343-5, 1990 <p>Additional:</p> <ul style="list-style-type: none"> - W. Menz, J. Mohr and O. Paul: Microsystem Technology, VCH Verlag, 2001 - H. I. Smith: Submicron- and nanometer-structures technology, 2nd edition, NanoStructures Press, 437 Peakham Road, Sudbury, MA 01776, USA, 1994 - K. Iga, S. Kinoshita: Process technology for semiconductor lasers, Springer, Series in Material Science 30, 1996 - D. V. Morgan and K. Board: An introduction to semiconductor microtechnology, 2nd edition John Wiley & Sons, Chichester 1994

Nummer / Code	MScNano W-PHS
Modulname / Module title	Physiology of the Senses
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Kenntnis einzelner Sinnessysteme und Überblick über verschiedene Sinne - Verständnis von Struktur-Funktionszusammenhängen - Spezielle Kenntnisse aus dem Bereich der Sinnesphysiologie auf dem neuesten Stand der Literatur <ul style="list-style-type: none"> - Fähigkeit zum analytischen Denken - Gedächtnis- und Konzentrationstraining - Aneignung von Fachliteratur - Software-Kompetenzen - Effiziente Literaturrecherche - Halten eines wissenschaftlichen Vortrages <p><i>Basics reviewed in all animal senses such as vision and chemosensation; Understanding of structure function relationships Special topics in sensory physiology and most current literature</i></p> <p><i>Training of analytical thinking Training of memory and focus Literature competence Software competence Efficient literature research Seminar presentations</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL 2 SWS S 3 SWS
Lehrinhalte Contents	In der Vorlesung wird der neueste Stand der Literatur bezüglich der verschiedenen Sinnesorgane vermittelt. Fokus: Signaltransduktionskaskaden, Bau und Funktionsprinzipien der einzelnen Sinne von Mensch und Tieren. Folgende Sinne werden behandelt: Visueller Sinn, chemosensorische Sinne, mechanosensorische Sinne, elektrischer- und magnetischer Sinn, Zeitsinn, Wahrnehmung von Schmerz und Temperatur. <i>VL: the newest of the senses; with focus on signal transduction cascades. Structure and function of all sensory systems: vision, mechanoperception; hearing, chemosensory systems, nociception, temperature-sense; magnetoperception, electrical sense. Circadian modulation of sensory systems; Neuropeptide function in sensory systems.</i>
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	(a) Grundlagen der Sinnesphysiologie (VL) (b) Advanced Seminar (in winter semester or summer semester)
Lehr- und Lernformen Teaching methods	lecture and interactive seminar
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	importiert aus MSc Biologie B.Sc. Nanostrukturwissenschaften
Dauer Duration	one semester or two semesters, depending on the seminar selected
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	annually, VL winter semester; seminar winter semester or summer semester
Sprache Language	German or English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Basics in Animal Physiology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	150 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 90 h) <i>(Contact hours: 60 h, self-studies 90 h)</i>
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Regelmäßige, aktive Mitarbeit im Seminar <i>Regular and active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Seminarvortrag (ca. 30 min), <i>Seminar: oral (ca. 30 min)</i>
Credits	5 C
Lehreinheit	Biologie

Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Stengl
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Stengl
Medienformen <i>Media</i>	Projector
Literatur <i>Literature</i>	Eckert: Tierphysiologie, 4. Aufl., Thieme 2002, Insect Olfaction (ed. Hansson), Springer ; Englische Originalliteratur

Nummer / Code	MScNano W-PSR
Modulname / Module title	Physics with Synchrotron Radiation
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... erwerben Basiskenntnisse der Eigenschaften von Synchrotronstrahlung und ihrer Anwendungen ... kennen Methoden der Materialanalyse unter Einsatz von Synchrotronstrahlung ... haben Grundkenntnisse synchrotronbasierter Lithographieprozesse erworben Students ... gained basic knowledge about the properties of synchrotron radiation and its applications ... know about material analysis methods using synchrotron radiation ... have acquired basic knowledge about synchrotron based lithography processes
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Physics with synchrotron radiation Theory of synchrotron radiation, construction of synchrotron radiation facilities, Wiggler and Undulators, Free-Electron-Laser, x-ray fluorescence analysis, EXAFS, NEXAFS, XMCD, LIGA-procedure, x-ray lithography
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Physics with synchrotron radiation
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) (<i>Contact time: 30 h, Independent studies: 60 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>Oral (30 min.) or written (1-2 h) exam.</i>
Credits	3 C
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Ehresmann
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Ilchen
Medienformen <i>Media</i>	
Literatur <i>Literature</i>	

Nummer / Code	MScNano W-SCL
Modulname / Module title	Semiconductor Laser
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben ein gründliches Wissen über die Grundlagen der Laserphysik erworben ... verstehen die Prinzipien von Halbleiterlasern einschließlich statischer und dynamischer Eigenschaften ... kennen den quantenmechanischen Ursprung der wichtigsten Lasereigenschaften ... bekommen ein quantitatives Verständnis der Eigenschaften und Spezifikationen von Bauelementen ... bekommen einen Überblick über Bauelemente, Herstellung und anwendungsgetriebene Ausgestaltungen ... bekommen einen Überblick über die wichtigsten Arten von Halbleiterlasern und ihre Anwendungen ... werden in aktuelle Forschung und Entwicklung von Halbleiterlasern involviert <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... have acquired a thorough knowledge about fundamentals of laser physics ... understand the principles of semiconductor lasers including static and dynamic properties ... know about quantum mechanical origin of major laser properties ... get a quantitative understanding of device properties and specifications ... get an overview about device fabrication and application driven designs ... get an overview about most important types of semiconductor lasers and their applications ... get involved on actual research and development of semiconductor lasers
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 3 SWS S 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repetition of basics in semiconductor physics - Introduction in the fundamental laser and semiconductor laser physics - Phenomenological and quantum mechanical description - Static and dynamic behavior of lasers - Laser materials and device designs - Fabrication techniques and properties of specialized lasers - Applications of lasers (high-power, communication, integration) <p>Further keywords: threshold condition, fluid model, gain functions, quantum mechanics, light propagation, waveguides, carrier dynamics, feedback gratings, transfer matrix theory, VCSEL, DFB and DBR lasers, quantum cascade laser, high-power laser, high-speed communication laser, quantum dot laser, nanolaser</p> <p>Seminar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Topics will be chosen based on actual research and development
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Semiconductor Laser Seminar to Semiconductor Laser
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English, lecture notes are also available in German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Good knowledge of fundamentals in experimental physics (in particular in electromagnetism and optics) and in solid-state physics. Knowledge in semiconductor physics is helpful.
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (60 contact hours, 120h independent studies) (<i>Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	S1: One talk presented at seminar with active participation in discussions <i>One talk presented at seminar with active participation in discussions</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistungen / <i>Course projects</i>
Prüfungsleistung	Written examination (2 hours) or oral examination (30 minutes)

Examination	<i>Examination either written (2 h) or oral (30 min)</i>
Credits	6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Reithmaier
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Reithmaier
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector
Literatur <i>Literature</i>	<ul style="list-style-type: none"> - L.A. Coldren, S.W. Corzine, "Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits", Wiley & Sons, 1995. - H. Ghafouri-Shiraz, B.S.K. Lo, "Distributed Feedback Laser Diodes: Principles and Physical Modelling", Wiley & Sons, 1996. - A. Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications", Oxford Univ. Press, 5. Aufl., 1997. - K.J. Ebeling, "Integrierte Optoelektronik", Springer Verlag, 2. Aufl., 1992. - R.G. Hunsperger, "Integrated Optics", Springer Verlag, 4. Aufl., 1995. W.W. Chow, St.W. Koch, Murray Sargent III, "Semiconductor -Laser Physics", Springer Verlag, 1994. - S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", John Wiley & Sons, 1985. - J.D. Jackson, "Klassische Elektrodynamik", Walter de Gryter, 1981. - Stephan Gasiorowicz, "Quantenphysik", Oldenburg-Verlag, 2. Aufl., 1981. - G. Bastard, "Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures", monographies de physique, les éditions de physique, Les Ulis, ca. 1980 (kein Erscheinungsjahr). - Charles Kittel, "Einführung in die Festkörperphysik", Oldenburg-Verlag, 6. Aufl., 1983. - Neil W. Ashcroft, N. David Mermin, "Solid State Physics", Saunders College Publishing, 1976. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 1 (Grundlagen der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 7. Aufl., 1995. - Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 2 (Bauelemente der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 4. Aufl., 1991. - Walter Heywang, Hans W. Pötzl, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 3 (Bänderstruktur und Stromtransport)", Springer-Verlag, 1976. - Günter Winstel, Claus Weyrich, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 10 (Optoelektronik I: Lumineszenz- und Laserdioden)", Springer-Verlag, 1980. - S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, 2nd Edition, 1981.

Nummer / Code	MScNano W-SCO
Modulname / Module title	Advanced Seminar: Chronobiology, Endocrinology, and Olfaction
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>- Erwerb von Spezialwissen aus Bereichen der Neurobiologie und Neuroethologie: circadiane Rhythmen, Geruchsinformationsverarbeitung; Funktion von Neuropeptiden in Gehirnfunktionen von Insekten und Säugern.</p> <p>- Kritische und selbständige Erarbeitung eines Seminarthemas aus dem Bereich der Neurophysiologie in Englisch; aus englischer Originalliteratur wird analysiert, welche wissenschaftliche Fragestellung mit welchen Techniken bearbeitet wurde; es soll kritisch hinterfragt werden, ob die Methoden adäquat, die berichteten Resultate korrekt analysiert und interpretiert wurden und ob die Schlussfolgerungen gerechtfertigt sind. Neben der anschaulichen, verständlichen, analytischen Aufarbeitung der wissenschaftlichen Veröffentlichung wird auch besonderer Wert auf die formalen Kriterien von Vortragstechniken gelegt. Ziel ist auch verständlich, überzeugend und kompetent Vorträge in Englisch halten zu lernen.</p> <p><i>State of the art knowledge in neurobiology with focus in chronobiology and sensory physiology of chemoreceptive sciences.</i></p> <p><i>Critical reading of original science literature and understanding of the essence of experimental outcomes.</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	S 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Ausgewählte, aktuelle Literatur aus der Neurobiologie/Neuroethologie mit Fokus auf Insekten. Neuester Stand folgender Forschungsgebiete: Funktion von Neuropeptiden und biogenen Aminen in Insektengehirnen, olfaktorische Transduktion von Invertebraten, Biorhythmen von Insekten. Vergleich der wichtigsten Erkenntnisse der Insektenneurobiologie mit der Gehirnforschung von Vertebraten</p> <p><i>Specific, current literature in insect neurobiology; Specific, current literature in neuropeptide research; Specific, current literature in chronobiology, insect circadian rhythms; Specific, current literature in olfaction.</i></p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Advanced Seminar: Chronobiology, Neuroendocrinology and Olfaction
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Biologie
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, winter semester and summer semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basics in Neurobiology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Präsenzstudium: 3 x 15 = 45 h Selbststudium 45 h) <i>(Contact hours: 45 h, self-study 45 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Seminar <i>Regular and active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag (ca. 30 min) auf Englisch <i>Oral presentation, Seminar, ca. 30 min</i>
Credits	3 C
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Stengl
Lehrende / <i>Lecturer(s)</i>	Stengl, Neupert
Medienformen / <i>Media</i>	Beamer, Powerpointpräsentation, Integration neuer Medien
Literatur / <i>Literature</i>	Original English literature

Nummer / Code	MScNano W-SMB
Modulname / Module title	Advanced Seminar "Small brains"
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>- Erwerb von Spezialwissen aus Bereichen der Neurobiologie, Neuroethologie, Neurochemie: biologische Rhythmen auf multiplen Zeitskalen, Geruchsinformationsverarbeitung; Funktion von Neuropeptiden und biogenen Aminen im Gehirn von Insekten.</p> <p>- Kritische und selbständige Erarbeitung eines Seminarthemas aus dem Bereich der Neurophysiologie in Englisch; aus englischer Originalliteratur wird analysiert, welche wissenschaftliche Fragestellung mit welchen Techniken bearbeitet wurde; es soll kritisch hinterfragt werden, ob die Methoden adäquat, die berichteten Resultate korrekt analysiert und interpretiert wurden und ob die Schlussfolgerungen gerechtfertigt sind. Neben der anschaulichen, verständlichen, analytischen Aufarbeitung der wissenschaftlichen Veröffentlichung wird auch besonderer Wert auf die formalen Kriterien von Vortragstechniken gelegt. Ziel ist auch verständlich, überzeugend und kompetent Vorträge in Englisch halten zu lernen.</p> <p><i>State of the art knowledge in neurobiology, neuroethology, neurochemistry: biological rhythms at multiple time scales, chemosensory information processing, neuropeptide and biogenic amines: structure and function in insect brains.</i></p> <p><i>-Critical reading of original science literature and understanding of the essence of scientific questions, of experimental outcomes, analysis of data, methods discussion. Learning how to present a paper, how to give a concise, logically structured, understandable talk.</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	S 3 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Specific, current literature in insect neurobiology; Specific, current literature in neuropeptide research; Specific, current literature in chronobiology, insect circadian rhythms; Specific, current literature in olfaction. Structure and function of biological oscillators and clocks, information processing in insect brains, homeostatic processes
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Advanced Seminar "Small brains"
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Seminar
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience, M.Sc. Biologie
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, winter semester and summer semester: Wednesday-Seminar
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basics in Neurobiology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90 h (Präsenzstudium: 3 x 15 = 45 h Selbststudium 45 h) <i>(Contact hours: 3x15=45 h; independent studies: 45 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Regelmäßige und aktive Teilnahme am Seminar <i>Regular and active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag (ca. 30 min) auf Englisch <i>Oral presentation, Seminar, ca. 30 min</i>
Credits	3 C
Lehrinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Stengl
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Stengl, Neupert
Medienformen <i>Media</i>	Projector, Smart board, powerpoints, new media are integrated
Literatur <i>Literature</i>	Original English literature

Nummer / Code	MScNano W-STN
Modulname / Module title	Special Topics in Nanoscience
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben Kenntnisse über ein spezielles Gebiet der Nanostrukturwissenschaften, das nicht durch ein anderes Modul abgedeckt ist, erlangt <i>Students</i> ... <i>have aquired knowledge about a special field in nanoscience not covered in other modules</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Lecture on a special topic given by a junior scientist, Privatdozent or extraordinary professor. Contents vary according to the lecturer. Examples of topics are: carbon nanostructures and their applications, soft matter physics, liquid crystals, biomineralization and biomaterials etc.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	varying titles
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture with integrated seminar or exercises, depending on lecturer
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience, B.Sc. Nanostrukturwissenschaften
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	irregularly
Sprache <i>Language</i>	English or German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	60 h (Kontaktstudium 2 h x 15 = 30 h, Selbststudium 30 h / <i>Contact time: 2 h x 15 = 30 h, Independent studies: 30 h</i>)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Kurze mündliche Prüfung über die Vorlesungsinhalte oder kurze Präsentation, wird durch den/die Dozenten/in bekanntgegeben <i>Short oral exam about the contents of the lecture or short presentation, will be announced by the lecturer</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	keine/ none
Credits	2 C
Lehrinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	varying
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, etc.
Literatur <i>Literature</i>	Special literature

Nummer / Code	MScNano W-SUC
Modulname / Module title	Sustainable Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodule / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende haben Wissen über Nachhaltigkeitsaspekte der Chemie erworben, z.B. erneuerbare Rohstoffe, Energiespeichermaterialien, umweltfreundliche Synthesen Integrierte Schlüsselkompetenzen: - interdisziplinäre Herangehensweise an Nachhaltigkeit (interdisziplinär) <i>Students</i> <i>... have acquired a knowledge about aspects of sustainable chemistry, such as renewable resources, energy storage materials, green syntheses</i> Integrated key competencies: - <i>Interdisciplinary approach on sustainability (interdisciplinary)</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2+1+1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Polymers from renewable resources / Biological materials: Polymer chemistry, renewable resources, platform chemicals, polyesters, polysaccharides (cellulose, chitin), polyphenols, polyisoprenes, crosslinking processes, self-healing and degradable thermosets, natural vs. artificial polyamides (silk, keratin), biominerals (silica, calcium carbonate, calcium phosphate), biomimetic mineralization, microbial synthesis & degradation of nanomaterials Thermal energy storage and conversion: General concepts for energy storage, sensible vs. latent heat storage, storage materials, material properties and limitations, application examples at different temperature levels, limitations and perspectives, safety aspects Sustainable syntheses: Photocatalysis, organic catalysis, environmentally benign reactions conditions and solvents in Sustainable Chemistry
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Polymers from renewable resources / Biological materials (b) Thermal energy storage and conversion (c) Sustainable syntheses
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience, M.Sc. Biologie, Curricula in Sustainability
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	180 h (Kontaktstudium 60 h, Selbststudium 120 h) <i>(Contact time: 60 h, Independent studies: 120 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Satz an Kurzfragebögen über Vorlesungsinhalte (über moodle oder in schriftlicher Form) <i>Set of quizzes on lecture contents (via moodle or in written form)</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistungen / <i>Course projects</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Review einer wissenschaftlichen Publikation (mündliche oder schriftliche Prüfung, wird bei Anmeldung vereinbart) <i>Scientific paper review (oral or written examination, to be announced at registration)</i>
Credits	6 C
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende / <i>Lecturer(s)</i>	Fuhrmann-Lieker, Pietschnig, Faust
Medienformen / <i>Media</i>	Projector, video
Literatur / <i>Literature</i>	Specialized literature

Nummer / Code	MScNano W-SUR
Modulname / Module title	Surface Science
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodule / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Oberflächenphysik zu beginnen.</p> <p>... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in der Oberflächenphysik.</p> <p>... kennen bedeutende Entwicklungen in der Oberflächenphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet.</p> <p>... kennen die experimentellen Techniken, die in der Oberflächenphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen.</p> <p>... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Oberflächenphysik.</p> <p>... können Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse aus der Oberflächenphysik im Rahmen eines Vortrags auf englisch präsentieren.</p> <p>Studierende haben integrierte Schlüsselkompetenzen in folgenden Bereichen erworben: Methoden: Sie kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen. Sie sind sich über die Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p><i>Students</i></p> <p>... have familiarised themselves exemplarily with a selected special field of experimental physics and, building on this, are able to start working in an experimentally researching group in surface physics.</p> <p>... have an overview of the established knowledge in surface physics.</p> <p>... know significant developments in surface physics from the last years or decades and have an idea of current unsolved questions in the field.</p> <p>... know the experimental techniques used in surface physics and can assess which techniques are suitable to measure certain physical quantities.</p> <p>... know the relevant models and approximations for describing physical phenomena in surface physics.</p> <p>... are able to present basic principles and current research results from surface physics within the framework of a lecture in English.</p> <p><i>Students have acquired integrated key competences in the following areas:</i> <i>Methods: They know the advantages and disadvantages of individual experimental techniques and how the different techniques complement each other. They are aware of the limitations of the models used.</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	S 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Low-Energy Electron Diffraction (LEED), X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), Auger Electron Spectroscopy (AES), Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy (ARPES), Scanning Tunneling Microscopy and Spectroscopy (STM/STS), Thermal Desorption Spectroscopy (TDS), electronic surface states, adsorbate systems, reconstruction of surfaces
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Surface Science Seminar
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Seminar with talks by students
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually in summer semester
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	none
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	120 h (30h Präsenz + 90h Selbststudium) <i>(30h contact hours, 90h preparation of presentation)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning</i>	

assignments	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 45 – 60 min) <i>Seminar presentation with scientific discussion (total 45 - 60 min)</i>
Credits	4 C
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Matzdorf
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Matzdorf
Medienformen <i>Media</i>	Powerpoint presentation
Literatur <i>Literature</i>	M. Henzler, Oberflächenphysik des Festkörpers Clarke, L. J.: Surface Crystallography Electron Spectroscopy for Surface Analysis Ertl/Küppers, Low energy electrons and surface chemistry L. C. Feldmann/J. W. Mayer: Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis Horn/Scheffler: Physics of Surfaces and Interfaces

Nummer / Code	MScNano W-TFP
Modulname / Module title	Thin Film Physics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	Studierende ... haben ein grundlegendes Wissen über die Abscheidung und Charakterisierung dünner Filme erworben ... kennen die elektrischen, mechanischen und magnetischen Eigenschaften dünner Filme und Techniken zu ihrer Manipulation (mit Schwerpunkt auf magnetischen Eigenschaften) ... kennen magnetische Kopplungsphänomene in dünnen Schichten und ihre Anwendungen ... kennen fundamentale Effekte in magnetischen Nanostrukturen und ihre Anwendungen <i>Students</i> <i>... have acquired a basic knowledge about the deposition and characterization of thin films</i> <i>... know the electric, mechanic and magnetic properties of thin films and techniques to manipulate them (focus on magnetic properties)</i> <i>... know magnetic coupling phenomena in thin films and their applications</i> <i>... know about fundamental effects in magnetic nanostructures and its applications</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	VL 2 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Thin film physics Deposition techniques, layer growth, analysis of thin films, electrical and mechanical and magnetic properties of thin films, magnetic anisotropy, exchange bias, interlayer exchange coupling, magneto-resistance effects, magnetic patterning
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Functional thin films
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually, in winter semester
Sprache <i>Language</i>	English, for a transitional period lecture notes and exam questions might also be in German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	90h (30h Präsenz + 60h Selbststudium) <i>(Contact time: 30 h, Independent studies: 60 h)</i>
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>Oral (30 min.) or written (1-2 h) exam.</i>
Credits	3 C
Lehrereinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Ehresmann
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Vogel, Ehresmann
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector
Literatur <i>Literature</i>	

Nummer / Code	MScNano W-ULP
Modulname / Module title	Ultrashort Laserpulses and their Application
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Experimentalphysik eingearbeitet und sind in der Lage, darauf aufbauend mit der Arbeit in einer experimentell forschenden Gruppe in der Kurzzeitlaserphysik zu beginnen.</p> <p>... haben einen Überblick über das etablierte Wissen in dem Spezialgebiet.</p> <p>... kennen bedeutende Entwicklungen in der Kurzzeitlaserphysik aus den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von aktuellen ungelösten Fragestellungen auf dem Gebiet.</p> <p>... kennen die experimentellen Techniken, die in der Kurzzeitlaserphysik eingesetzt werden, und können beurteilen, welche Techniken sich anbieten, um bestimmte physikalische Größen zu messen.</p> <p>... kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.</p> <p>... kennen die einschlägigen Modelle und Näherungen zur Beschreibung physikalischer Phänomene in der Kurzzeitlaserphysik.</p> <p>... sind sich über die Grenzen der eingesetzten Modelle bewusst.</p> <p>... kennen die Grundlagen zur Erzeugung, Ausbreitung, Manipulation und Charakterisierung ultrakurzer Laserpulse in der Theorie und die entsprechenden experimentellen Aufbauten.</p> <p>... kennen aktuelle Anwendungsgebiete mit Verständnis für die zugrunde liegende Theorie und für die entsprechenden experimentellen Aufbauten, sowie mit einem detaillierten Verständnis der kurzpulsspezifischen Vorzüge für die entsprechenden Gebiete</p> <p><i>Students</i></p> <p>... have familiarized with an elected area of expertise in the experimental physics and are able to start a research work in an experimental working group in short pulse laser physics.</p> <p>... have an overview of the established knowledge in that special research area.</p> <p>... know the outstanding developments in short-term laser physics from recent years and decades and have an idea of current unresolved problems in that special area.</p> <p>... know experimental techniques, which can be used in short pulse laser physics, and can evaluate which techniques can be used to measure certain physical values.</p> <p>... know the advantages and disadvantages of each experimental technique and know, how the different methods can be complemented.</p> <p>... know the relevant models and approaches for the description of physical phenomena in short pulse laser physics.</p> <p>... are aware of the limits of the models used.</p> <p>... know the basics of producing, dispersion, manipulation and characterization of ultrashort laser pulses in theory and the corresponding experimental setups.</p> <p>... know current application areas with understanding of the underlying theory and of the corresponding experimental setups. Furthermore students have a detailed understanding of the advantages of short pulse laser pulses for the relevant areas.</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	VL, 2 SWS VL, 1 SWS (block lecture) P i, 1 SWS
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Basics of generation, dispersion, manipulation and characterization of ultrashort laser pulses Application examples from femtochemistry, reaction control, quantum optics, 3D-light microscopy, (nano-)materials processing, Generation of CE-Phase Stabilized Few Cycle Laser Pulses
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Ultrashort laserpulses and their application
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lecture, laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	importiert aus MSc Physics B.Sc. Nanostrukturwissenschaften
Dauer <i>Duration</i>	one semester
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	annually
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	
Studentischer	240 h (60h Präsenz + 180h Selbststudium)

Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	(Contact time 60 h, Independent studies 180 h)
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Klausur (1-2 h) oder mündliche Prüfung (30 min) <i>Written examination (1 – 2 hours) or oral examination (30 minutes).</i>
Credits	8 C
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Baumert
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Baumert
Medienformen <i>Media</i>	Blackboard, projector, Power-Point presentation, laboratory equipment, software-based hands-on training
Literatur <i>Literature</i>	<p>Brixner T, Pfeifer T, Gerber G, Wollenhaupt M, Baumert T. Optimal Control of Atomic, Molecular and Electron Dynamics With Tailored Femtosecond Laser Pulses. In: "Femtosecond Laser Spectroscopy". Springer Verlag, 2005: 225-266 (can be found on the homepage of the Experimental Physics III)</p> <p>Diels JC, Rudolph W. Ultrashort Laser Pulse Phenomenon : Fundamentals, Techniques, and Applications on a Femtosecond Time Scale (Optics and Photonics Series)</p> <p>Rulliere C. Femtosecond Laser Pulses. Principles and Experiments</p> <p>Trebino R. Frequency-Resolved Optical Gating: The Measurement of Ultrashort Laser Pulses</p> <p>Wollenhaupt M, Assion A, Baumert T. Femtosecond Laser Pulses: Linear Properties, Manipulation, Generation and Measurement. In: Springer Handbook of Lasers and Optics. Springer, 2007 (can be found on the homepage of the Experimental Physics III)</p> <p>Further supporting literature will be available via moodle</p>

Nummer / Code	MScNano X-IBC
Modulname / Module title	Research Internship Biochemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Solide Kenntnisse der Biochemie, insbesondere in der Anwendung auf zelluläre Systeme als Grundlage für Forschungsarbeiten in den molekularen Biowissenschaften. - Verständnis und Auseinandersetzung mit Methoden der modernen Biochemie - Selbstständiges experimentelles Arbeiten nach Anleitung - Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit biochemischer Laborausstattung. - Fähigkeit zur Optimierung erforderlicher Arbeitsabläufe und Organisation des Arbeitsalltags. - Fähigkeit zur Identifikation von nanorelevanten Strukturen / Abläufen für eine Umsetzung in die Nanostrukturwissenschaften <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Fachübergreifende Studien: Erwerb der Fähigkeit, Grundprinzipien der molekularen Biowissenschaften aus konkreten biologischen Fallbeispielen auf nanostrukturierte Objekte / Aufbauten anzuwenden Kommunikationskompetenz: Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft biochemischer Messergebnisse. (Erwerb von Problemlösungskompetenz); Teamfähigkeit Organisationskompetenz: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Primärliteratur; Erlernen der mündlichen Präsentation eigener Ergebnisse Methodenkompetenz: Erwerb der Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen (Erstellung detaillierter wissenschaftlicher Protokolle); Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft von Fachliteratur</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Solid knowledge in Biochemistry, in particular as applied to cellular systems as a basis for research in molecular biosciences.</i> - <i>Critical understanding of methods in current biochemistry</i> - <i>Selfcontained experimental work according to instructions.</i> - <i>Safe and competent handling biochemical laboratory equipment.</i> - <i>Ability to optimize the work processes and organization.</i> - <i>Skills to identify relevant nano structures / processes for implementation in the nanostructure sciences</i> <p>Integrated key competencies: <u>Interdisciplinary studies:</u> - <i>Apply basic principles of molecular biosciences to concrete biological case studies on nanostructured objects / structures</i> <u>Communication competency</u> - <i>Critically reflect significance of experimental data (problem-solving skills).</i> - <i>Teamwork</i> <u>Organisational competency:</u> - <i>Independent work with literature</i> - <i>Oral presentation of results.</i> <u>Methodic competency:</u> - <i>Ability to document experiments and generation of detailed scientific protocols)</i> - <i>Critical review of published data</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Molecular mechanisms of intracellular signal transduction. - Basic methods in protein biochemistry - Standard biochemical methods (SDS-PAGE, chromatography) - Recent research topic of the department.
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Research Internship Biochemistry (practicum) (b) Current Topics in Biochemistry (seminar)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work, seminar, seminar talks
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester. Limited availability, see specific information
Sprache <i>Language</i>	English, German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Solid knowledge in biochemistry and related subjects.
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>

Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Aktive Praktikumsteilnahme Active participation in the lab course.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Advanced Biochemistry and Microbiology
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag auf Englisch (ca. 30 min mit Diskussion) im Seminar „Current topics in biochemistry“ <i>Seminar talk in English (ca. 30 min. with discussion) in the seminar „Current topics in biochemistry“</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrereinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Herberg
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Herberg and Coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Projector, laboratory experiments, protocols
Literatur <i>Literature</i>	Current references are listed by the respective lecturers.
Special information	The research internship includes the participation in the seminar of the department "Current Topics in Biochemistry" (beginning 4 weeks before the beginning of internship), and the colloquium "Molecular Aspects of biology" during the internship period.

Nummer / Code	MScNano X-IBP
Modulname / Module title	Research Internship Biophysics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul/ <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die typisch für die Biophysik und biophysikalische Chemie sind</p> <p>...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Biophysik</p> <p>...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Biophysik</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten</p> <p>Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have experienced practical training in advanced methods that are typical for biophysics and biophysical chemistry</i></p> <p><i>... gained insight into possible research topics in biophysics</i></p> <p><i>... have an idea of the scientific approach and methodology of biophysics</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Communication competency:</u> <i>Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i></p> <p><u>Organisational competency:</u> <i>Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Participation in an actual research project conducted in the research group of physical chemistry</p> <p>Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Site-directed mutagenesis on plasmid DNA for the expression of mutated proteins - Expression and isolation of proteins and mutant forms of proteins - Site-specific spectroscopic labelling and purification of labelled proteins for biophysical analyses - Distance determinations on the nanometer scale by ESR/EPR-spectroscopy and fluorescence energy transfer (FRET) - Preparation of model membranes, like lipid bilayers with integral and peripheral proteins - Biophysical and spectroscopic investigations on protein folding, protein stability, membrane protein insertion, protein-protein and protein-lipid interactions, protein structure-function relationships, molecular chaperones - Circular dichroism spectroscopy - Fluorescence spectroscopic methods - Electron spin resonance (ESR) methods - Electrophoresis <p>-Analyses of kinetics and thermodynamics of biomolecular interactions to examine structure, mechanism and biophysical principles of biological systems.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Biophysics
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	Winter (WS) and Summer semester (SS), in the semester break upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in biophysics, physical chemistry, and molecular biology/genetics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen	Teilnahme an einem Forschungsprojekt

Course projects / nongraded learning assignments	Participation in a research project
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Kleinschmidt
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Kleinschmidt and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Laboraausstattung, schriftliche Versuchsanleitungen und ausgesuchte Originalliteratur, Computer + Beamer, Präsentationssoftware, Bücher <i>Laboratory equipment, instructions and descriptions of experimental methods, selected original literature, computer + projector, presentation software, and Textbooks</i>
Literatur <i>Literature</i>	Artikel aus Fachjournalen / <i>Articles from scientific journals</i> z. B. <i>Biochem. Mol. Biol. Edu.; Biophysical J.; J. Mol. Biol.; Biochemistry; J. Biol. Chem., etc.</i> <i>Schriftliche Anleitung zu den Experimenten</i> Lehrbücher / <i>Textbooks</i> <i>Adam, Läußer, Stark* (2009) Physikalische Chemie und Biophysik, Springer</i> <i>Mäntele, Biophysik (2012), UTBT aschenbuch</i> <i>Pfützner* (2012): Angewandte Biophysik Springer</i> <i>Hammes, Hammes-Schiffer Physical Chemistry for the Biological Sciences (2015), Wiley</i> <i>Jackson*, Molecular and cellular Biophysics (2006), Cambridge Univ. Press</i> <i>Roberts, Encyclopedia of biophysics (2013) (6 Bände/Volumes), Springer</i> <i>Weigh, T. A.* (2007), Applied Biophysics: A Molecular Approach for Physical Scientists, Wiley</i> <i>Raicu* (2008) Integrated Molecular and Cellular Biophysics, Springer</i> <i>C.R. Cantor and P.R. Schimmel, (1980) Biophysical Chemistry, W.H. Freeman</i> <i>* as e-book available</i>

Nummer / Code	MScNano X-ICB
Modulname / Module title	Research Internship Cell Biology
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>...haben ein gründliches Wissen über die Biologie von Nanosystemen erworben</p> <p>...können den aktuellen State-of-the-Art anhand der Suche und Analyse relevanter Literatur definieren</p> <p>...sind in der Lage, Experimente auch ohne sehr nahe Betreuung durchzuführen</p> <p>... haben eine Unabhängigkeit in der Anwendung molekularer und zellbiologischer Techniken erlangt</p> <p>...sind in der Lage, Daten kritisch zu analysieren, zu präsentieren, und ihre Ergebnisse zu diskutieren</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Methodenkompetenz: Studierende haben die Fähigkeit, ihr Wissen, Verständnis und Problemlösungsfähigkeiten auf aktuelle Forschung anzuwenden</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have acquired a thorough knowledge about the biology of nanosystems</i></p> <p><i>... know how to define the state of the art by identifying and analyzing relevant literature</i></p> <p><i>... are able to conduct experimental planning without close supervision</i></p> <p><i>... have gained independence in molecular and cell-biological techniques</i></p> <p><i>... are able to critically analyze data and to present and discuss their results</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>Methodic competency: Students have the ability to apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities to actual research work</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Construction of plasmid vectors by molecular biology methods</p> <p>Making of transgenic organisms</p> <p>Preparation of proteins and analysis</p> <p>Measurement of physiological properties down to the single cell level by biochemical, spectroscopic and microscopic methods</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Cell Biology
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	throughout the year, by appointment
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in biology on Bachelor level with respect to the interdisciplinary scientific paradigm of nanoscience
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i> Nanobiology
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Bericht über die Experimente mit mündlichen Verständnistests <i>Report on experiments with oral tests on comprehension</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	30 min Präsentation im Seminarstil <i>30 min presentation in seminar style</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Maniak

Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Maniak and co-workers
Medienformen <i>Media</i>	Projector, laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Relevant literature will be handed out as suitable for the current research project.

Nummer / Code	MScNano X-ICC
Modulname / Module title	Research Internship Construction Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul/ <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... haben praktisches Training in fortgeschrittenen Methoden erfahren, die typisch sind für die Analyse von Rohprodukten struktureller Materialien oder für strukturelle Materialien selbst</p> <p>... haben Einsicht in mögliche Forschungsthemen auf dem Gebiet struktureller Materialien und Bauchemie erhalten</p> <p>... haben eine Vorstellung der wissenschaftlichen Herangehensweise und Methodologie der Bauchemie</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in der wissenschaftlichen Diskussion entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten</p> <p>Organisationkompetenz: Studierende haben die Grundlagen von Projektplanung und -management gelernt</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have experienced practical training in advanced methods that are typical for analyzing raw materials for structural materials or structural materials itself</i></p> <p><i>... gained insight into possible research topics in structural materials and construction chemistry</i></p> <p><i>... have an idea of the scientific approach and methodology in construction chemistry</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Communication competency:</u> <i>Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i></p> <p><u>Organisational competency:</u> <i>Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Participation in an actual research project conducted in the research group of structural materials and construction chemistry</p> <p>Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparation and mixing procedure of inorganic structural materials - Characterization methods for raw materials on micro- and nanoscale - Spectroscopic methods - Electrochemical methods - Thermoanalytical methods - microscopic methods (ESEM, AFM, μ-CT, light microscopy)
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Construction Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physical chemistry on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50

	<i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrinheit	Bauingenieurwesen
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Wetzel
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Wetzel
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature

Nummer / Code	MScNano X-IDG
Modulname / Module title	Research Internship Developmental Genetics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>- Solide Kenntnisse in Genetik und molekularer Biologie als Grundlage, um das Modellsystem <i>Drosophila</i> genetisch zu manipulieren</p> <p>- Anwendung neuer mikroskopischer Methoden zur Visualisierung subzellulärer Strukturen in Zellen und Geweben lebender Organismen</p> <p>- Selbstständiges experimentelles Arbeiten</p> <p>- Sicherer und kompetenter Umgang mit der Ausstattung eines molekularbiologischen Labors</p> <p>- Fähigkeit zur Optimierung erforderlicher Arbeitsabläufe und Organisation des Arbeitsalltags.</p> <p>- Fähigkeit zur Anwendung von Software zur Analyse von Bilddaten und ihrer Quantifizierung</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Fachübergreifende Studien: Erwerb der Fähigkeit, spezifische Software zur Analyse und Quantifizierung komplexer Datensätze der hochauflösenden Mikroskopie</p> <p>Kommunikationskompetenz: Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft von Messdaten aus Molekularbiologie und Mikroskopie (Erwerb von Problemlösungskompetenz); Teamfähigkeit</p> <p>Organisationskompetenz: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Primärliteratur; Erlernen der mündlichen Präsentation eigener Ergebnisse unter Berücksichtigung der Ergebnisse von anderen</p> <p>Methodenkompetenz: Erwerb der Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen (Erstellung detaillierter wissenschaftlicher Protokolle); Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft von Fachliteratur</p> <p>- <i>Solid knowledge in genetics and molecular biology as a basis to genetically manipulate the model system <i>Drosophila</i></i></p> <p>- <i>Application of novel microscopy methods to visualise subcellular structures in cells and tissues in living organisms</i></p> <p>- <i>independent experimental work</i></p> <p>- <i>Safe and competent handling of equipment in a Molecular Biology laboratory.</i></p> <p>- <i>Ability to optimize the work processes and organization.</i></p> <p>- <i>Skills to use software for analysis of imaging data and its quantification.</i></p> <p>Integrated key competences:</p> <p><u>1. Interdisciplinary studies:</u></p> <p>- <i>Acquisition of the ability to apply specific software to analyse and quantify complex datasets obtained from high resolution microscopy</i></p> <p><u>2. Communication competence</u></p> <p>- <i>Ability to discuss and evaluate data obtained from molecular biology and microscopy (problem-solving skills).</i></p> <p>- <i>Teamwork</i></p> <p><u>3. Organisational competence:</u></p> <p>- <i>Independent analysis of the literature</i></p> <p>- <i>Oral presentation of own experimental data considering data published by others.</i></p> <p><u>4. Methodological competence:</u></p> <p>- <i>Documentation of experimental Data and procedures by generating detailed laboratory journals</i></p> <p>- <i>Critical review and presentation of published data</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>- Molecular mechanisms of signaling networks in cellular morphogenesis</p> <p>- Key methods in genetics, molecular biology, microscopy and data analysis</p> <p>- High resolution microscopy of living tissues</p> <p>- Analysis of microscopy data sets and their quantification using imaging analysis software</p> <p>- Research on a recent topic of the laboratory</p> <p>The research internship includes the participation in the seminar of the department "Current Topics in Developmental Genetics" (beginning 4 weeks before the beginning of internship), and the colloquium "Cell- and Developmental Genetics of <i>Drosophila</i>" during the internship period.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Research Internship Developmental Genetics (practical) (b) Current topics of Developmental Genetics (seminar)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work, seminar, seminar talks
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	each semester. Limited availability, see specific information
Sprache <i>Language</i>	English, German

Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Solid knowledge in genetics and cell biology and related subjects.
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Seminarvortrag in englischer Sprache (ca. 30 min. mit Diskussion) im Seminar "Current topics in Developmental Genetics" <i>Seminar talk in English (ca. 30 min. with discussion) in the seminar „Current topics in Developmental Genetics“</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Müller
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Müller and Coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Projector, blackboard, laboratory experiments, protocols
Literatur <i>Literature</i>	Current references are listed by the respective lecturers.
Special information	Places in this Modul are limited. An interview is required for all interested candidates with the coordinator of the modul to discuss possible research topics and how personal interest of the student matches with the research goals of the department. Registration for this interview should take place in each of the preceding semester (Appointments to be made in the office of the Developmental Genetics group).

Numer / Code	MScNano X-IHM
Modulname / Module title	Research Internship Hybrid Materials
Art des Moduls / Module type	Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende ...sind in der Lage, grundlegende chemische Verfahren wie Präparation, Isolation und Charakterisierung von Organoelementverbindungen im Kontext hybrider Materialien durchzuführen ...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Organoelementchemie und hybrider Materialien ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Organoelementchemie und der Chemie hybrider Materialien</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem interdisziplinären Forschungsteam zu arbeiten Organisationskompetenz: Studierende haben wichtige Aspekte der Projektplanung und der Projektbearbeitung erlernt</p> <p><i>Students</i> <i>... are able to perform basic chemical operations, like preparation, isolation and characterization of organo-element compounds in the context of hybrid materials</i> <i>... gained insight into possible research topics in organo-element chemistry and hybrid materials</i> <i>... have an idea of the scientific approach and methodology of organo-element chemistry and hybrid materials</i></p> <p>Integrated key competencies: <u>Communication competency:</u> <i>Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in an interdisciplinary research team</i> <u>Organisational competency:</u> <i>Students are acquainted with important aspects of scientific project planning and handling</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte Contents	Participation in a research project conducted in the research group of Chemical Hybrid Materials. Guided experimental work involving synthetic and analytic aspects in combination with independent achievements (learning assignments)
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Research Internship Hybrid Materials
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Nanoscience
Dauer Duration	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	by appointment
Sprache Language	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Fundamental knowledge in inorganic chemistry (lab and theory) on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / see examination regulation
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / Short variant: 180 h Lange Variante / Long variant: 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Adäquate Durchführung, Dokumentation (schriftlicher Bericht) und Bewertung von Experimenten und experimentellen Ergebnissen <i>Adequate conduction, documentation (written report) and assessment of experiments and experimental results</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	Studienleistungen / learning assignments
Prüfungsleistung Examination	Kurze Präsentation mit wissenschaftlicher Diskussion <i>Short presentation with scientific discussion</i>
Credits	Kurze Variante / Short variant: 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / including 1 C for integrated key competencies) Lange Variante / Long variant: 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / including

	<i>1 C for integrated key competencies)</i>
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Pietschnig
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Pietschnig
Medienformen <i>Media</i>	Experimental work in laboratory; Presenting results to specialists
Literatur <i>Literature</i>	Scientific publications

Nummer / Code	MScNano X-ILA
Modulname / Module title	Research Internship Laboratory Astrophysics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... erwerben praktische Erfahrung in typische laborspektroskopische und astrophysikalische Methoden ... erlangen Einsicht in mögliche Forschungsthemen der Molekülphysik und Spektroskopie ... haben Vorstellungen über die wissenschaftlichen Herangehensweise und Methodik der Laborastrophysik <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem interdisziplinären Forschungsteam zu arbeiten</p> <p>Organisationskompetenz: Studierende haben wichtige Aspekte der Projektplanung und der Projektbearbeitung erlernt</p> <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ... have experienced practical training in methods that are typical for laboratory spectroscopy and astrophysics ... gained insight into possible research topics in molecular physics and spectroscopy ... have an idea of the scientific approach and methodology of laboratory astrophysics <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>Communication competency: Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i></p> <p><i>Organisational competency: Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Participation in an actual research project conducted in the research group of laboratory astrophysics Practical training in the laboratory or in theoretical methods relevant for molecular spectroscopy in astrophysics
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship molecular physics and laboratory astrophysics
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory or theoretical work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English Fundamental knowledge in physics, especially on molecular spectroscopy on Bachelor level
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics, especially on molecular spectroscopy on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkordinator	Giesen

<i>Responsible coordinator</i>	
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Giesen
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in molecular spectroscopy, laboratory astrophysics and related journals

Nummer / Code	MScNano X-IMC
Modulname / Module title	Research Internship Macromolecular Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende ...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die typisch für die Makromolekulare Chemie sind ...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Makromolekularen Chemie ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Makromolekularen Chemie</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i> ... have experienced practical training in advanced methods that are typical for macromolecular chemistry ... gained insight into possible research topics in macromolecular chemistry ... have an idea of the scientific approach and methodology of macromolecular chemistry</p> <p>Integrated key competencies: <i>Communication competency:</i> Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team <i>Organisational competency:</i> Students have learned the basics of project planning and management</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Participation in an actual research project conducted in the research group of physical chemistry / macromolecular chemistry and molecular materials Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods: - Preparation of functional materials and polymers - Sample preparation for experiments - Thermoanalytical methods - Rheology - Device fabrication methods - Characterization of photonic properties - Simulation of physicochemical structures or processes
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Macromolecular Chemistry Seminar Physical Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physical chemistry on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>

Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Chemie
Modulkordinator <i>Responsible coordinator</i>	Fuhrmann-Lieker
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Fuhrmann-Lieker, Horn
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in physicochemical and other journals

Nummer / Code	MScNano X-IMI
Modulname / Module title	Research Internship Microbiology
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>- Solide Kenntnisse der Molekularen Mikrobiologie, insbesondere in der Anwendung auf zelluläre und sub-zelluläre Systeme als Grundlage für Forschungsarbeiten in den molekularen Biowissenschaften.</p> <p>- Kritisches Verständnis und Auseinandersetzung mit Methoden der Molekularen Mikrobiologie</p> <p>- Selbstständiges experimentelles Arbeiten nach Anleitung</p> <p>- Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit biochemischer Laborausstattung.</p> <p>- Fähigkeit zur Optimierung erforderlicher Arbeitsabläufe und Organisation des Arbeitsalltags.</p> <p>- Fähigkeit zur Identifikation von nanorelevanten Strukturen / Abläufen aus mikrobiologischen Quellen für eine Umsetzung in die Nanostrukturwissenschaften</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Fachübergreifende Studien: Erwerb der Fähigkeit, Grundprinzipien der molekularen Mikrobiologie aus konkreten biologischen Fallbeispielen auf nanostrukturierte Objekte, makromolekulare Maschinen und Strukturen anzuwenden</p> <p>Kommunikationskompetenz: Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft biochemischer Messergebnisse, Erwerb von Problemlösungskompetenz; Teamfähigkeit</p> <p>Organisationskompetenz: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Primärliteratur; Erlernen der mündlichen Präsentation eigener Ergebnisse</p> <p>Methodenkompetenz: Erwerb der Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen (Erstellung detaillierter wissenschaftlicher Protokolle); Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft von Fachliteratur</p> <p>- <i>Solid knowledge in Molecular Microbiology, in particular to be applied for investigation of cellular and sub-cellular systems as a basis for research in Molecular Biosciences</i></p> <p>- <i>Critical understanding of methods in Molecular Microbiology</i></p> <p>- <i>Selfcontained experimental work according to instructions</i></p> <p>- <i>Safe and competent handling biochemical laboratory equipment</i></p> <p>- <i>Ability to optimize their work processes and organization</i></p> <p>- <i>Skills to identify relevant nano structures, machines and processes from Microbial Sources for implementation in the nanostructure sciences</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>1. Interdisciplinary studies:</u></p> <p>- <i>Apply basic principles of molecular microbiology to concrete biological case studies related to nanostructured objects, macromolecular machines and structures</i></p> <p><u>2. Communication competency</u></p> <p>- <i>Critically reflect significance of experimental data, problem-solving skills</i></p> <p>- <i>Teamwork</i></p> <p><u>3. Organisational competency:</u></p> <p>- <i>Independent work with literature</i></p> <p>- <i>Oral presentation of results</i></p> <p><u>4. Methodic competency:</u></p> <p>- <i>Ability to document experiments and generate detailed scientific protocols</i></p> <p>- <i>Critical review of published data</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Participation in an actual research project conducted in the research group of Microbiology</p> <p>Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods:</p> <p>- Microbial growth and proliferation control</p> <p>- Genetics and mechanisms of plasmid-associated microbial competition systems</p> <p>- Basic methods in Molecular Microbiology</p> <p>- Standard microbial and biochemical methods (protein detection % purification, protein-protein interaction)</p> <p>- Recent research topic of the Microbiology group</p>
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Microbiology (practical) 'Microbiological Seminar' (seminar)
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work, seminar, seminar talks
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	Each semester, however limited availability upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English / German

Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental and solid knowledge in Microbiology and related subjects at Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / see examination regulation
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / Short variant: 180 h Lange Variante / Long variant: 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Aktive Teilnahme im Praktikum. Das Forschungspraktikum schließt die Teilnahme am Arbeitsgruppenseminar der Molekularen Mikrobiologie und einen schriftlichen Bericht anhand der Aufzeichnungen im Laborjournal ein. <i>Active participation in the lab course. The research internship includes participation in the group's Molecular Microbiology Seminar and a written report based on the notes taken during the practical work in the student's lab journal.</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Vortrag in Englischer Sprache (ca. 30 min. + Diskussion) im "Mikrobiologischen Seminar" der Arbeitsgruppe <i>Seminar talk in English (~30 min plus discussion) in the 'Microbiological Seminar' of the research group</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Schaffrath
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Schaffrath and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Projector, laboratory equipment and experiments, protocols and lab journal
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in Molecular and Cellular Microbiology journals provided through responsible lecturer(s)

Nummer / Code	MScNano X-INA
Modulname / Module title	Research Internship Nanoprocessing and -analysis
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>...haben praktisches Training in fortgeschrittenen Methoden der Nanoprozessierung erfahren</p> <p>... haben Erfahrung mit Reinraumprozessen</p> <p>... kennen mögliche Forschungsthemen der Nanoprozessierung</p> <p>... haben Vorstellungen über die wissenschaftlichen Herangehensweise und Methodik der Nanoprozessierung</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem interdisziplinären Forschungsteam zu arbeiten</p> <p>Organisationskompetenz: Studierende haben wichtige Aspekte der Projektplanung und der Projektbearbeitung erlernt</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have experienced practical training in advanced topics of nanoprocessing</i></p> <p><i>... gained experience with clean room processes</i></p> <p><i>... gained insight into possible research topics in nanoprocessing</i></p> <p><i>... have an idea of the scientific approach and methodology of nanoprocessing</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>Communication competency: Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i></p> <p><i>Organizational competency: Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Participation in an actual research project conducted in the technological electronics research group</p> <p>Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - advanced thin-film techniques - clean room work - analysis optical properties and surface structures (e.g. white light interferometry, SEM, AFM) - processing of surface structures - lithography methods (e.g. optical lithography, nanoimprint lithography)
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Nanoprocessing and -analysis
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in optics, solid state physics and nanotechnology on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)

	Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Elektrotechnik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Hillmer
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Hillmer
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature

Nummer / Code	MScNano X-INB
Modulname / Module title	Research Internship Neurobiology
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>- Erarbeiten von Spezialwissen aus Forschungsbereichen der Chronobiologie, der Sinnesphysiologie, der Neurophysiologie, der Neurochemie und der Neuroethologie: biologische Rhythmen, neuronale Basis von Verhalten, Neuropeptid-Struktur und Funktion und deren Verhaltenssteuerung; Pheromon-Transduktion bei Insekten, biologische Uhren</p> <p>- Kritische und selbständige Erarbeitung eines Seminarthemas aus den oben genannten Bereichen</p> <p>- Kodex der guten wissenschaftlichen Praxis im Umgang mit Ergebnissen</p> <p>- Erarbeiten wissenschaftlicher Techniken auf molekularem und/oder zellulärem Niveau, ebenso wie Verhaltensversuche.</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherer Umgang mit der englischen Fachsprache - Teamfähigkeit <p>Organisationskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenständiges Arbeiten - Zeitmanagement - Fähigkeit zum analytischen Denken <p>Methodenkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verständnis und Anwendung der Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens und der hypothesenorientierten Forschung - Fähigkeit zur selbständigen Vorbereitung, Gestaltung und Präsentation von klaren Seminarvorträgen - Kritischer Umgang mit wissenschaftlichen Ergebnissen - Verantwortungsvolles kompetentes Umgehen mit Versuchsaapparaturen <p><i>- Current research in chronobiology, sensory physiology, neurophysiology, neurochemistry, and neuroethology: biological rhythms, neuronal basis of behavior, neuropeptide structure and function, as well as processing; pheromon-transduction in insects, biological clocks</i></p> <p><i>- presentation of a seminar topic of the respectively mentioned research fields</i></p> <p><i>- codex of good scientific practice employing in data collection and analysis</i></p> <p><i>- familiarization with cutting edge scientific techniques on the cellular and molecular level, combined with behavioral analysis.</i></p> <p>Integrated key competences:</p> <p><i>-Communication skills:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- Scientific writing in English</i> <i>- Competence in teamwork</i> <p><i>-self/time-management:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- independent working</i> <i>- analytical, critical data and text analysis</i> <p><i>Methods aquisition:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- Understanding and employment of principles of scientific work and hypothesis building</i> <i>- Training of presentation of scientific work in seminars</i> <i>- Critical evaluation of data validity</i> <i>- Responsible work with scientific equipment</i>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>We work in the seminar with current scientific literature and in the course with state of the art scientific techniques. The following topics will be covered:</p> <p>Ion channels structure and function</p> <p>Confocal laser scanning microscopy</p> <p>Calcium Imaging</p> <p>FRET</p> <p>ELISAs</p> <p>Realtime- PCR</p> <p>Behavioral experiments with insects</p> <p>Cell signaling: G-protein-dependent signal transduction cascades</p> <p>Excitable membranes, Informationprocessing in neuronal networks</p> <p>Electrophysiological techniques:</p> <p>Extracellular recordings, EEGs, Tip-Recordings</p> <p>Intracellular recordings,</p> <p>Patch Clamp</p> <p>ionchannel cloning, cloning of circadian clock components,</p> <p>Neuroanatomy, Immunocytochemistry,</p> <p>3-D-rekonstruktionen of neurons to map neuronal circuits in the insect brain:</p> <p>ELISAs, RIAs, Western blots</p>

Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Internship Neurobiology (P) (b) Advanced seminar: Chronobiology, Neuroendocrinology, and Olfaction or Seminar: Methods in Neuroscience
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lab work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	will be arranged
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basics of Animal Physiology
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Durchführung aller Praktikumsversuche und regelmäßige, aktive Mitarbeit im Seminar <i>Performance of all practical experiments, regular and active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (including 1 C for integrated key competencies) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (including 1 C for integrated key competencies)
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Stengl
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Stengl and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Pub med original literature

Nummer / Code	MScNano X-INC
Modulname / Module title	Research Internship Neurochemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>- Erarbeiten von Spezialwissen aus Forschungsbereichen der Neurochemie, Chronobiologie, der Neurophysiologie, und der Neuroethologie: Nachweis von Signalmolekülen, die an der hormonellen und modulierenden Regulation von physiologischen Prozessen die an der Steuerung des Fressverhaltens, Hunger, Aggression und biologische Rhythmen beteiligt sind; neuronale Basis von Verhalten, Neuropeptid-Struktur und Funktion, biologische Uhren</p> <p>- Kritische und selbständige Erarbeitung eines Seminarthemas aus den oben genannten Bereichen</p> <p>- Kodex der guten wissenschaftlichen Praxis im Umgang mit Ergebnissen</p> <p>- Erarbeiten wissenschaftlicher Techniken auf molekularem und/oder zellulärem Niveau, ebenso wie Verhaltensversuche.</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz:</p> <p>- Sicherer Umgang mit der englischen Fachsprache</p> <p>- Teamfähigkeit</p> <p>Organisationskompetenz:</p> <p>- Eigenständiges Arbeiten</p> <p>- Zeitmanagement</p> <p>- Fähigkeit zum analytischen Denken</p> <p>Methodenkompetenz:</p> <p>- Verständnis und Anwendung der Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens und der hypothesenorientierten Forschung</p> <p>- Fähigkeit zur selbständigen Vorbereitung, Gestaltung und Präsentation von klaren Seminarvorträgen</p> <p>- Kritischer Umgang mit wissenschaftlichen Ergebnissen</p> <p>- Verantwortungsvolles kompetentes Umgehen mit Versuchsaapparaturen</p> <p><i>- Acquisition of special knowledge from research areas of neurochemistry, chronobiology, neurophysiology, and neuroethology: detection of signaling molecules involved in hormonal and modulatory regulation of physiological processes involved in the control of feeding behavior, hunger, aggression, and biological rhythms; neuronal basis of behavior, neuropeptide structure and function, biological clocks.</i></p> <p><i>- Critical and independent elaboration of a seminar topic from the above areas.</i></p> <p><i>- Code of good scientific practice in handling results</i></p> <p><i>- Elaboration of scientific techniques at the molecular and/or cellular level, as well as behavioral experiments.</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p>Communication competency:</p> <p>- Confident use of English technical language</p> <p>- Ability to work in a team</p> <p>Organizational competency:</p> <p>- Working independently</p> <p>- Time management</p> <p>- Ability to think analytically</p> <p>Methodological competency:</p> <p>- Understanding and applying the principles of scientific practice and hypothesis-oriented research</p> <p>- Ability to independently prepare, design and present clear seminar presentations</p> <p>- Critical handling of scientific results</p> <p>- Responsible and competent handling of experimental equipment</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte Contents	<p>Es werden im Seminar aktuelle wissenschaftliche Publikationen aus den oben genannten Forschungsbereichen analysiert und referiert. Sowohl das wissenschaftliche Fachwissen wird erarbeitet, ebenso wie Vortragstechniken. Im Praktikum werden aktuelle wissenschaftliche Techniken erlernt und an aktuellen Forschungsprojekten mitgearbeitet. Neuroanatomische und immunzytochemische Untersuchungen, Konfokale Mikroskopie, 3-D-Rekonstruktionen neuronaler Schaltkreise; pharmakologische und biochemische Versuche zur Analyse der Funktion von Signalmolekülen mit dem Fokus auf Neuropeptide, Rezeptoren und klassische Transmitter; Massenspektrometrische Methoden.</p> <p><i>In the seminar, current scientific publications from the above-mentioned research areas are analyzed and presented. Both the scientific expertise will be developed, as well as presentation techniques. In the practical course, current scientific techniques are learned and work is done on current research projects. Neuroanatomical and immunocytochemical studies, confocal microscopy, 3-D reconstructions of neuronal circuits; pharmacological and biochemical experiments to analyze the function of signaling molecules with a focus on neuropeptides, receptors and classical transmitters; mass spectrometric methods.</i></p>

Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	(a) Laborpraktikum Neurochemie / Internship Neurochemistry (b) Either: Advanced Seminar: Chronobiology, Neuroendocrinology, and Olfaction or Seminar: Methods in Neuroscience
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Lab work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	will be arranged
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Basics of Neurobiology and -chemistry
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	Durchführung aller Praktikumsversuche und regelmäßige, aktive Mitarbeit im Seminar <i>Performance of all practical experiments, regular and active participation in the seminar</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	Studienleistungen / <i>Course projects</i>
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	(1) Bewerteter, englischsprachiger Abschlussvortrag im Praktikum (30-60 Min.) (2) Bewerteter Vortrag im Seminar, Anwesenheitspflicht bei allen Seminarterminen Die Teilprüfungen (1) und (2) werden bei der Notenbildung 50:50 gewichtet. <i>(1) Evaluated, English-language final presentation in the internship (30-60 min.)</i> <i>(2) Evaluated presentation in the seminar, compulsory attendance at all seminar dates.</i> <i>The partial examinations (1) and (2) are weighted 50:50 in the formation of the grade.</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Biologie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Neupert
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Neupert and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Pub med original literature

Nummer / Code	MScNano X-INM
Modulname / Module title	Research Internship Physics of Nanostructured Materials and Devices
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <p>...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden physikalischer Forschung an nanostrukturierten Materialien und Bauelementen</p> <p>...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Physik von nanostrukturierten Materialien und Bauelementen</p> <p>...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Nanophysik</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten</p> <p>Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i></p> <p><i>... have experienced practical training in advanced methods of physical research on nanostructured materials and devices</i></p> <p><i>... gained insight into possible research topics in physics of nanostructure materials and devices</i></p> <p><i>... have an idea of the scientific approach and methodology in nanophysics</i></p> <p>Integrated key competencies:</p> <p><i>Communication competency: Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i></p> <p><i>Organisational competency: Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Participation in an actual research project conducted in the research group of Technological Physics at Institute of Nanostructure Technologies and Analytics (INA)</p> <p>Practical training in one or more of the following research topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Optical Properties of Single Semiconductor Quantum Dots - Nanostructured optical gain materials for optoelectronic devices - Investigation of the morphology of nanostructured materials, e.g. by AFM, SEM or XRD - Properties of optoelectronic devices made of nanostructured materials, like QD laser or optical amplifiers - Properties of nano-patterned nanocrystalline diamond - Surface functionalization of diamond for biological or chemical application
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Physics of Nanostructured Materials and Devices
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics and nanoscience on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50

	<i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Reithmaier
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Reithmaier, Popov, Benyoucef
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in nanophysics and other journals

Nummer / Code	MScNano X-IOC
Modulname / Module title	Research Internship Organic Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende ...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die typisch für die Organische Chemie sind ...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Organisch-nanoskopischen Chemie ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Organisch-Nanoskopischen Chemie</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i> ... have experienced practical training in advanced methods that are typical for organic chemistry ... gained insight into research topics in organic-nanoscopic chemistry ... have an idea of the scientific approach and methodology of organic-nanoscopic chemistry</p> <p>Integrated key competencies: <i>Communication competency:</i> Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team <i>Organisational competency:</i> Students have learned the basics of project planning and management</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Participation in an actual research project conducted in the research group 'Chemistry of Mesoscopic Systems' Practical training in one or more of the following experimental methods: - Advanced organic synthesis (functional dyes, molecular wires, etc.) - Preparation of organic/inorganic hybrid materials - Photophysical and photochemical investigations (light-induced energy and/or electron transfer) - Nanoparticle characterization (dynamic light scattering, particle tracking, Zetapotentials) - Spectroscopic methods (NMR, mass spectrometry, UV/Vis/NIR absorbance and fluorescence) - Electrochemical methods (cyclic voltammetry)
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Organic Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Sound knowledge in organic chemistry (experimental and theoretical)
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>

Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehrinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Faust
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Faust and team members of the group ,Chemistry of Mesoscopic Systems'
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in organic chemistry and chemistry journals

Nummer / Code	MScNano X-IOM
Modulname / Module title	Research Internship Organometallic Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende ...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die typisch für die Metallorganische Chemie sind ...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Metallorganischen Chemie ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Metallorganischen Chemie</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i> ... have experienced practical training in advanced methods that are typical for Organometallic Chemistry ... gained insight into possible research topics in Organometallic Chemistry ... have an idea of the scientific approach and methodology of Organometallic Chemistry</p> <p>Integrated key competencies: <i>Communication competency:</i> Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team <i>Organisational competency:</i> Students have learned the basics of project planning and management</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte Contents	Participation in a research project carried out in the research group of Organometallic Chemistry Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods: - Preparation and handling of air-sensitive compounds (Schlenk, glove-box and cannula techniques) - Preparation of functional materials - Catalysis - Spectroscopic methods - Electrochemical methods - X-ray crystallography - DFT calculations
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Research Internship Organometallic Chemistry
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Nanoscience
Dauer Duration	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	upon arrangement
Sprache Language	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Fundamental knowledge in Molecular Inorganic and Organometallic Chemistry at Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt (<i>implied</i>) Participation in a research project
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50

	<i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Siemeling
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Siemeling, Bruhn, Leibold and co-workers
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in Inorganic and Organometallic Chemistry and other scientific journals

Nummer / Code	MScNano X-IPC
Modulname / Module title	Research Internship Physical Chemistry
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende ...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die typisch für die Physikalische Chemie sind ...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Physikalischen Chemie ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der Physikalischen Chemie</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i> ... have experienced practical training in advanced methods that are typical for physical chemistry ... gained insight into possible research topics in physical chemistry ... have an idea of the scientific approach and methodology of physical chemistry</p> <p>Integrated key competencies: <i>Communication competency:</i> Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team <i>Organisational competency:</i> Students have learned the basics of project planning and management</p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Participation in an actual research project conducted in the research group of physical chemistry Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods: - Preparation of functional materials - Sample preparation for physicochemical experiments - Spectroscopic methods - Electrochemical methods
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Physical Chemistry Seminar Physical Chemistry
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physical chemistry on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to examination</i>	
Prüfungsleistung <i>Examination</i>	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant:</i> 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including</i>

	<i>1 C for integrated key competencies)</i>
Lehreinheit	Chemie
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Backes
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Backes, Fuhrmann-Lieker
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature in physicochemical and other journals

Nummer / Code	MScNano X-IPP
Modulname / Module title	Research Internship Bioenergetics in Photoautotrophs
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>- Kenntnisse zur Photosynthese, CO₂-Fixierung, zum Kohlenhydratstoffwechsel und zur Zellatmung in Photoautotrophen</p> <p>- Wissenschaftliches Arbeiten (Hypothesenentwicklung, Lesen von englischer Originalliteratur, Durchführung von Experimenten, Auswertung der Daten, Diskussion und Präsentation der Ergebnisse in der Gruppe)</p> <p>- Physiologische Methoden zum Gaswechsel von Photoautotrophen (Photosynthese, CO₂-Fixierung, H₂-Produktion etc.)</p> <p>- Durchführung physiologischer Experimenten zur Bioenergetik in Photoautotrophen</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz.</p> <p>- Erarbeitung des Wissens zur Pflanzenphysiologie, kritisches Hinterfragen von Fachwissen, Diskussion von Ergebnissen in der Gruppe</p> <p>Organisationskompetenz</p> <p>- Schreiben von wissenschaftlichen Texten</p> <p>Methodenkompetenz</p> <p><i>- Knowledge about photosynthesis, CO₂ fixation, carbohydrate metabolism and respiration in photoautotrophs</i></p> <p><i>- scientific working (development of hypotheses, reading of scientific articles (english), experimental work in the lab, analysis of data, discussion and presentation of data in the group)</i></p> <p><i>- methods to measure gas exchange of photoautotrophs (photosynthesis, CO₂ fixation, H₂ production etc.)</i></p> <p><i>- molecular biology and protein biochemical methods (PCR, Southernblot, Westernblot, transformation, protein purification, enzymatic tests etc.)</i></p> <p>Integrated key qualifications:</p> <p>Communication</p> <p>- Development of knowledge about plant physiology, discussion of data within the group</p> <p>Organisation</p> <p>- writing of scientific texts</p> <p>Methods</p> <p><i>- performance of experiments on the physiology of photoautotrophs</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte Contents	Forschungsbegleitende Mitarbeit in der Gruppe zur Bioenergetik in Cyanobakterien und Pflanzen <i>Experiments are associated to ongoing research in the group with a focus on the bioenergetics of cyanobacteria and plants</i>
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Bioenergetik in Photoautotrophen / Bioenergetics in Photoautotrophs (P) Seminar zur Bioenergetik in Photoautotrophen / Seminar Bioenergetics in Photoautotrophs (S)
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Lab work, Seminar
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	MSc Nanoscience
Dauer Duration	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	Sommer- und Wintersemester, nach Absprache, begrenzte Anzahl der Plätze
Sprache Language	German and English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Gute Kenntnisse der Pflanzenphysiologie, Englischkenntnisse
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	Praktikum (Experimentelles Arbeiten im Labor, aktive Teilnahme am Seminar, Verfassen eines Protokolls) <i>Lab course (Lab work, active seminar participation, writing of a protocol)</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	

Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Benotetes Protokoll und benoteter Abschlussvortrag im Seminar; die Teilprüfungen werden zur Notenbildung mit 50:50 gewichtet <i>Graded protocol and graded presentation in the seminar, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Biology
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Gutekunst
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Gutekunst and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Powerpoint-Präsentation, Originalliteratur
Literatur <i>Literature</i>	Aktuelle englische Fachliteratur
Special information	Die Platzvergabe erfolgt über Gespräche mit den interessierten Kandidaten und Kandidatinnen. Bitte melden Sie sich möglichst im vorausgehenden Semester. <i>Allocation of places is organized upon consultation with interested candidates. Please, get in touch one semester in advance when possible.</i>

Nummer / Code	MScNano X-IQO
Modulname / Module title	Research Internship Nanoscale Quantum Optics
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende ...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die in quantenoptischen Experimenten verwendet werden ...haben Einblick in die Anwendung nanoskaliger Quantensysteme für Sensoren ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie der nanoskaligen Quantenoptik</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen: Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i> ... have experienced practical training in advanced methods that are used in quantum optics experiments ... gained insight into the use of nanoscale quantum systems for sensing applications ... have an idea of the scientific approach and methodology of nanoscale quantum optics</p> <p>Integrated key competencies: <i>Communication competency: Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i> <i>Organisational competency: Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	Participation in an actual research project conducted in the research group of Light-Matter Interaction Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods: - Nano scale experiments are performed - Experimental control sequences will be prepared - Data acquisition - Development and improvement of optics and electronics - Simulation of quantum optical processes
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Nanoscale Quantum Optics
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge of Quantum mechanics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Schriftlicher Bericht und kurze Präsentation (Vortrag oder Poster) über das Projekt, gewichtet 50:50 <i>Written report and short presentation (talk or poster) on project, weighted 50:50</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)

	Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Singer
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Singer
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Special literature and other journals will be distributed

Nummer / Code	MScNano X-ISS
Modulname / Module title	Research Internship Surface Science
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ... haben eine praktische Ausbildung in fortgeschrittenen, für die Oberflächenphysik typischen Methoden erfahren ... haben einen Einblick in die Arbeit mit Ultrahochvakuumanlagen erhalten ... haben einen Einblick in mögliche Forschungsthemen der Oberflächenphysik erhalten ... haben eine Vorstellung über die wissenschaftlichen Ansätzen und Methodik der Oberflächenphysik <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Die Studierenden haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und die Arbeit in einem Forschungsteam trainiert</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> ... have experienced practical training in advanced methods that are typical for surface science ... gained insight into the operation of ultra-high vacuum systems ... gained insight into possible research topics in surface science ... have an idea of scientific approaches and methodology in surface science <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Communication competency:</u> Students have developed communication skills in scientific expert discussions and have trained to work in a research team</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte Contents	<p>Participation in a research project in surface science. Topics depend on current research projects.</p> <p>Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sample preparation - Low energy electron diffraction (LEED) - Angle-resolved photoemission (ARPES) - Scanning tunneling microscopy and spectroscopy (STM, STS) - data analysis
Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Research Internship Surface Science
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Nanoscience
Dauer Duration	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	upon arrangement
Sprache Language	English and/or German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / see examination regulation
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / Short variant: 180 h Lange Variante / Long variant: 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt (implied) Participation in a research project
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung Examination	Präsentation von etwa 30 Minuten plus Diskussion im Gruppenseminar Presentation of about 30 minutes plus discussion in the group seminar.
Credits	Kurze Variante / Short variant: 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / including 1 C for integrated key competencies) Lange Variante / Long variant: 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / including 1 C for integrated key competencies)

Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Matzdorf
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Matzdorf and coworkers
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Scientific publications and textbooks on the respective topic

Nummer / Code	MScNano X-ITS
Modulname / Module title	Research Internship Thin Films and Synchrotron Radiation
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / <i>Required elective module</i>
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele <i>Educational outcomes, competencies, qualification objectives</i>	<p>Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> ...haben praktische Übung in fortgeschrittenen Methoden, die typisch für die Experimentalphysik sind ...haben Einblick in die Handhabung von Vakuumanlagen ...haben Einblick in mögliche Forschungsfelder der Arbeitsgruppe "Experimentalphysik IV" ...haben ein Verständnis für die wissenschaftliche Herangehensweise und Methodologie <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <p>Kommunikationskompetenz: Studierende haben Kommunikationsfähigkeiten in wissenschaftlichen Fachdiskussionen entwickelt und sind in der Lage, in einem Forschungsteam zu arbeiten</p> <p>Organisationskompetenz: Studierende haben die Grundlagen der Projektplanung und des Projektmanagements erlernt</p> <p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>... have experienced practical training in advanced methods that are typical for experimental physics</i> <i>... gained insight into the operation of vacuum equipment</i> <i>... gained insight into possible research topics in the group „Experimentalphysik IV“</i> <i>... have an idea of the scientific approach and methodology</i> <p>Integrated key competencies:</p> <p><u>Communication competency:</u> <i>Students have developed communication skills in scientific expert discussions and are able to work in a research team</i></p> <p><u>Organizational competency:</u> <i>Students have learned the basics of project planning and management</i></p>
Lehrveranstaltungsarten* <i>Types of courses, contact hours</i>	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>Participation in an actual research project conducted in the research group of „Experimentalphysik IV“. Topics originate from research projects of either „Functional thin films“ or „Physics with Synchrotron radiation“ depending on students preferences and availability.</p> <p>Practical training in one or more of the following experimental and theoretical methods:</p> <p><u>Functional thin films:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparation of functional materials - Sample modification by multiple methods, i.e. ion bombardment, lithography - Sample characterization <p><u>Physics with Synchrotron radiation:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Spectroscopic methods - Planning and realization of experimental setups - Data analysis skills
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Thin Films and Synchrotron Radiation
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Laboratory work
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	German and/or English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	Fundamental knowledge in physics on Bachelor level
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul <i>Prerequisites for participation</i>	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand <i>Students workload</i>	Kurze Variante / <i>Short variant:</i> 180 h Lange Variante / <i>Long variant:</i> 360 h
Studienleistungen <i>Course projects / nongraded learning assignments</i>	(implizit) Teilnahme an einem Forschungsprojekt <i>(implied) Participation in a research project</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung <i>Prerequisites for admission to</i>	

examination	
Prüfungsleistung Examination	mündliche Präsentation im Arbeitsgruppenseminar <i>Oral presentation on project in the group's seminar</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Ehresmann
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Post-Docs and PhD students of the group
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Scientific publications (journals, theses) on the respective topic

Numer / Code	MScNano X-IUP
Modulname / Module title	Research Internship Ultrashort Laser Pulses
Art des Moduls / Module type	Required elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>...sind in der Lage, Experimente in der Ultrakurzzeit-Laserphysik durchzuführen, ihre Experimente vor dem Hintergrund physikalischer Phänomene zu klassifizieren und vor allem experimentelle Methoden für die Nanostrukturwissenschaften zu identifizieren</p> <p>...sind in der Lage, komplexe naturwissenschaftliche Themen und ihre eigenen Ergebnisse vor dem Hintergrund aktueller internationaler Forschung zu diskutieren und schriftlich und/oder mündlich zu präsentieren (Vortrag mit Diskussion)</p> <p>Integrierte Schlüsselkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Handhabung physikalischer Hochtechnologie mit Bedeutung für die Nanostrukturwissenschaften - Entwicklung der Teamfähigkeit - Kommunikationsfähigkeiten in Deutsch und Englisch - Internationale und interkulturelle Erfahrung - Zeitmanagement - Handeln nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis <p><i>Students</i></p> <p>... will be able to conduct experiments in ultrafast laser physics, to classify the results against the background of physical phenomena and, above all, to identify the experimental method for nanostructure science.</p> <p>... will be able to discuss complex natural sciences topics and own research results against the background of current international research and to present (talk with discussion) in a written and/or oral way</p> <p>Integrated key competencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Handling of physical high technology with significance for nanostructure science - Development of the ability to work in a team - Communication skills in German and English - International and intercultural experience - Time management - Acting according to the rules of good scientific practice
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P i 6/12 SWS + S
Lehrinhalte <i>Contents</i>	<p>According to agreement and availability, students can work on the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Development of aspects of ongoing research work - Development of small interdisciplinary research work, especially in cooperation with biologists, chemists and engineers - Small enhancements/extensions or improvements of the existing experimental setup
Titel der Lehrveranstaltungen <i>Course titles</i>	Research Internship Ultrashort Laser Pulses
Lehr- und Lernformen <i>Teaching methods</i>	Internship in the laboratory
Verwendbarkeit des Moduls <i>Applicability</i>	M.Sc. Nanoscience
Dauer <i>Duration</i>	short variant: 2-3 weeks long variant: 4-5 weeks
Häufigkeit (Frequenz) <i>Frequency</i>	upon arrangement
Sprache <i>Language</i>	German / English
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) <i>Recommended Skills</i>	none
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	siehe Prüfungsordnung / <i>see examination regulation</i>
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 180 h Lange Variante / <i>Long variant</i> : 360 h
Studienleistungen Course projects / nongraded learning assignments	(implied) Participation in a research project (<i>implicit</i>) <i>Teilnahme an einem Forschungsprojekt</i>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	
Prüfungsleistung	Praktikumsbericht oder mündliche Präsentation (ca. 30 min einschließlich Diskussion)

Examination	<i>Internship report or oral presentation (around 30 minutes including discussion)</i>
Credits	Kurze Variante / <i>Short variant</i> : 6 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>) Lange Variante / <i>Long variant</i> : 12 C (davon 1 C als integrierte Schlüsselkompetenzen / <i>including 1 C for integrated key competencies</i>)
Lehreinheit	Physik
Modulkoordinator <i>Responsible coordinator</i>	Baumert
Lehrende <i>Lecturer(s)</i>	Baumert
Medienformen <i>Media</i>	Laboratory equipment
Literatur <i>Literature</i>	Advice in finding relevant literature will be given