

Modulhandbuch

Studiengang Bachelor of Science in Nano-Science

**Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Eberhard Karls Universität Tübingen**

Prüfungsordnung vom 07.10.2013

Inhaltsverzeichnis

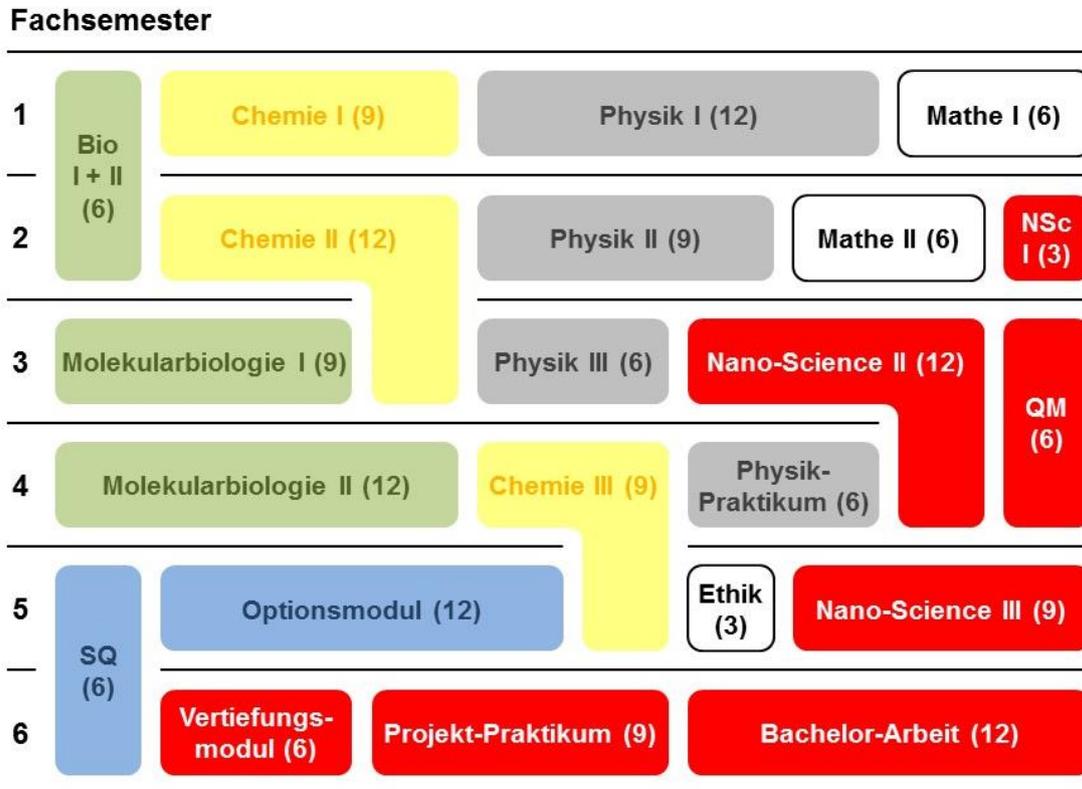
Studienverlauf	3
Qualifikationsziele	4
Pflichtmodule	6
Biologie I/II für Nano-Science	7
Molekularbiologie I für Nano-Science	9
Molekularbiologie II für Nano-Science	11
Physik I für Nano-Science.....	13
Physik II für Nano-Science	15
Physik III für Nano-Science	17
Quantenmechanik und Theoretische Chemie.....	18
Physik-Praktikum	19
Chemie I für Nano-Science	20
Chemie II für Nano-Science.....	22
Chemie III für Nano-Science	24
Nano-Science I	26
Nano-Science II.....	27
Nano-Science III	29
Ethik in den Nanowissenschaften	31
Mathematik für Naturwissenschaftler I.....	32
Mathematik für Naturwissenschaftler II.....	33
Vertiefungsmodul.....	34
Nano-Science Projekt-Praktikum.....	35
Bachelorarbeit	36
Wahlpflichtmodule.....	37
Optionsmodul	38

Studienverlauf

Der Bachelor-Studiengang enthält 180 Leistungspunkte (LP). Davon entfallen 150 LP auf Pflichtmodule und 12 LP auf die Bachelorarbeit. Die restlichen 18 LP verteilen sich auf Wahlveranstaltungen der Fachbereiche Biologie, Chemie und Physik, die 12 LP ausmachen (Optionsmodul). Die verbleibenden 6 Leistungspunkte sollen als Schlüsselqualifikationen über Module aus dem Lehr- und Kursangebot des Studium Professionale (Career-Service), des Forum Scientiarum oder anderen zentralen Einrichtungen der Universität Tübingen im Rahmen eines der Optionsmodule erbracht werden. Zur Förderung der überfachlichen, berufsfeldorientierten Kompetenzen bietet der Career Service der Universität Tübingen ein umfangreiches Kursangebot im Rahmen des „Studium Professionale“ an. Informationen zum Kursangebot und zur Anmeldung zu den Kursen finden sich unter „Kursangebote“ auf der Homepage des Career Service (<http://www.career-service.uni-tuebingen.de>). Das FORUM SCIENTIARUM ist eine zentrale Einrichtung der Universität Tübingen zur Förderung des Dialogs zwischen den Wissenschaften in Forschung und Lehre. Informationen zum Lehrangebot finden sich unter <http://www.forum-scientiarum.uni-tuebingen.de>.

Der untenstehende Studienverlaufsplan gibt eine Übersicht darüber, wann die einzelnen Pflicht- und Wahlmodule im Studienverlauf des Bachelor-Studiengangs Nano-Science absolviert werden sollen. Die Breite der Module (oder im Einzelfall Teilmodule) ist relativ zu ihren Leistungspunkten, die auch in Klammern angegeben sind. Nähere Details zu den einzelnen Modulen, u. a. wie Zusammensetzung, Veranstaltungsformen, Semesterwochenstunden (SWS), Inhalte und Leistungsnachweise, sowie Wahlmöglichkeiten für die Optionsmodule können im Folgenden den Modulbeschreibungen entnommen werden.

Studienverlaufsplan



Abkürzungen: NScI, Nano-Science I; QM, Quantenmechanik und Theoretische Chemie; Ethik, Ethik in den Nanowissenschaften; SQ, Schlüsselqualifikationen

Qualifikationsziele

In dem Bachelor-Studium Nano-Science erwerben die Studierenden Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Biologie, die sie durch den Erwerb von fundierten Kenntnissen in ausgewählten Teilbereichen mit nanowissenschaftlichem Bezug dieser drei Fächer erweitern. Kombiniert mit mathematischen Grundkenntnissen sind die Studierenden in der Lage nanowissenschaftliche und nanotechnologische Fragestellungen zu identifizieren und ihre Kenntnisse auf die Lösung dieser Fragestellungen anzuwenden. Sie können in einem zeitgemäßen, biologischen, chemischen, und physikalischen Labor experimentieren und gehen dazu mit Apparaturen und Stoffen sinnvoll und sicherheitsbewusst um. Sie haben Stoff- und Methodenkompetenz erworben, die als Basis des wissenschaftlich vertieften Master-Studiums und eigenständigem Forschens während einer Promotion dienen kann.

Absolventen des Bachelor-Studiums Nano-Science sind in der Lage ihre Kenntnisse interdisziplinär zu verknüpfen. Das Bachelor-Studium befähigt Studierende, Beobachtungen zu machen und zu beschreiben, Daten zu sammeln und zu interpretieren sowie Problemstellungen zu bearbeiten, zu Lösungen zu gelangen und diese sachgerecht darzustellen. Es befördert die Fähigkeiten zur Kommunikation, Verantwortungsübernahme und Arbeiten im Team. Wo möglich, werden im Bachelor-Studium Nano-Science Inhalte in größeren wissenschaftlichen, praxisbezogenen und gesellschaftlichen Kontext gestellt, so dass mit dem Bachelor-Abschluss der Einstieg

in das Master-Studium, in das Berufsleben oder der Wechsel in ein weiterführendes Studium der Biologie, Chemie oder Physik möglich ist.
Der Bachelorstudiengang Nano-Science der Universität Tübingen hat eine Regelstudienzeit von sechs Semestern. Das Bachelor-Studium wird mit der Bachelorarbeit (B.Sc. Thesis) abgeschlossen.

Pflichtmodule

	Biologie I/II für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS (davon 1 CP Schlüsselqualifikationen)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 120 h Selbststudium: 60 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	2 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester, zum WS	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (5 SWS), Praktikum (3 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung Biomoleküle und Zelle (BMZ, Biologie I) Die Vorlesung gibt einen kurzen Abriss der biochemischen Grundlage des Lebens, führt in die grundlegenden Strukturen eukaryotischer und prokaryotischer Zellen ein und beschreibt die Prinzipien von Zellwachstum und -vermehrung. Sie erläutert die molekulare Basis der Erbinformation, den Fluss der genetischen Information von DNA zu Protein und die Konsequenz von Mutation und Rekombination. Neben einem Einblick in die Grundlagen der Bakterien und Viren-Genetik wird eine Einführung in die Gentechnik gegeben.</p> <p>Vorlesung und Praktikum Biologie II Die Vorlesung baut auf den in Biologie I erworbenen Grundkenntnissen auf und vertieft einige der dort vermittelten Aspekte. Außerdem werden in dieser Vorlesung Grundlagen zur Biochemie verschiedener Lebensformen und zur allgemeinen Enzymologie vermittelt. Im Praktikum werden die in den Vorlesungen behandelten Themenkomplexe anhand von Experimenten beispielhaft abgehandelt.</p>	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Prinzipien der Zellbiologie und der molekularen Basis des Lebens. - kennen grundlegende biochemische Abläufe, zelluläre Strukturen und Unterschiede von Pro- und Eukaryonten, sowie von Zellwachstum und –vermehrung - besitzen Grundkenntnisse in Molekularbiologie - kennen die Funktionsweise des Lichtmikroskops und können selbstständig am Mikroskop arbeiten. - können die beim Mikroskopieren gewonnenen Daten erklären, interpretieren und in einen größeren Zusammenhang einordnen - kennen die grundlegenden Arbeitstechniken im biologischen Labor und können diese selbstständig anwenden, dokumentieren und analysieren 	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlussklausur, Portfolio aus Einzelprotokollen zum Praktikum	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor), Biologie (Bachelor), Biochemie (Bachelor), Bioinformatik (Bachelor), Molekulare Medizin (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Dr. Üner Kolukisaoglu	

Dozent	Prof. Dr. Alfred Nordheim und andere (Biologie I), Dr. Üner Kolukisaoglu und andere (Biologie II)
Literatur / Lernmaterialien	Campbell/Reece: Biologie, Vorlesungs- und Praktikumsskript

	Molekularbiologie I für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	9 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 120 h Selbststudium: 150 h Gesamt: 270 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester, zum WS	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (8 SWS)	
Modulinhalt	<p>Die Vorlesung gibt eine umfassende Übersicht über molekulare Prozesse und Zusammenhänge bei Pro- und Eukaryonten. Dabei werden folgende Themenkomplexe behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ molekulare Mechanismen von Zellproliferation, Zelltod und Zellmotilität ▪ Organisation von Genen im Genom ▪ ausgewählte Mechanismen der Genregulation ▪ Grundzüge der Entwicklungsgenetik ▪ Molekulare Methoden der Genetik, Zellbiologie und Physiologie ▪ Molekulare und angewandte Methoden der Mikrobiologie ▪ Dynamisches Verhalten und Differenzierung von Zellen ▪ Untersuchung grundlegender und komplexer genetischer Phänomene bei Modellorganismen ▪ Einführung in die Gentechnik ▪ Biophysik und Biochemie der pflanzlichen Photosynthese ▪ Wasser- und Nährstoffaufnahme und –transport, Nährstoffassimilation ▪ Pflanzliche Hormone und ihre Funktion ▪ Interaktion von Pflanzen mit der belebten und unbelebten Umwelt ▪ Methoden der molekularen Pflanzenbiologie ▪ Grundlagen der Mikrobiologie 	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Prinzipien der Molekularbiologie, der molekularen Zellbiologie und der Molekulargenetik - kennen Grundlagen der Immunologie - kennen grundlegende Prinzipien der Mikrobiologie, der Physiologie und Genetik von Prokaryonten - kennen wichtige Gruppen der Mikroorganismen und können diese zuordnen - kennen grundlegende Prinzipien der molekularen und klassischen Pflanzenphysiologie 	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlussklausur	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	

Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Klaus Harter und Prof. Dr. Rolf Reuter
Dozent	Dozenten des Fachbereichs Biologie
Literatur / Lernmaterialien	Campbell & Reece: Biologie; einschlägige Kapitel aus Alberts et al: Molecular Biology of the Cell; Janning & Knust: Genetik; Seyffert: Lehrbuch der Genetik Munk, K. (Hrsg.): Taschenlehrbuch Mikrobiologie; Schaechter, M., Ingraham, J.L. und Neidhardt, F.C. „Microbe“ Das Original mit Übersetzungshilfen; Taiz L., Zeiger E.: Plant Physiology; „Strasburger“ Lehrbuch der Botanik; Weiler E., Lutz N.: Allgemeine und molekulare Botanik

	Molekularbiologie II für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	12 ECTS (davon 2 CP Schlüsselqualifikationen)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 180 h Selbststudium: 210 h Gesamt: 360 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester, zum SS	
Unterrichtssprache	Deutsch und englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS) und Praktikum (8 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung Einführung in die Methoden der Molekularbiologie : Einführung in grundlegende Methoden der Molekularbiologie und deren Anwendungen</p> <p>Seminar Methoden der Molekularbiologie: Vertiefung ausgewählter Themen aus der Vorlesung Grundlegende Methoden der Molekularbiologie sowie deren Anwendungsbereiche</p> <p>Molekularbiologisches Praktikum: Praktische Anwendung molekularbiologischer Methoden anhand ausgewählter Fallbeispiele</p>	
Qualifikationsziele	<p>Im Rahmen dieses Moduls erfolgt eine Einführung in genetische und molekularbiologische Techniken und Arbeitsmethoden. Dabei liegt der Focus auf folgenden Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beherrschen grundlegender Arbeitstechniken des Fachgebiets ▪ Detailliertes Beobachten und Wiedergeben von biologischen Phänomenen ▪ Umgang mit verschiedenen Organismen und Gewebstypen (Bakterien, Pflanzen, Zellkulturen) ▪ Erstellen wissenschaftlicher Aufzeichnungen ▪ Analysieren und Interpretieren von Mess- und Untersuchungsergebnissen ▪ Auswählen adäquater fachspezifischer Arbeitstechniken ▪ Dokumentieren und Kommunizieren von Mess- und Untersuchungsergebnissen ▪ Verstehen biologischer Fragestellungen in einem überfachlichen Kontext ▪ Kritisches Arbeiten und Herausbilden eines fundierten fachlichen Urteilsvermögens ▪ Fähigkeit zur Teamarbeit ▪ können unter Anleitung selbstständig im mikrobiologischen Labor arbeiten 	
Studienleistung	regelmäßige Teilnahme am Praktikum, Seminarvortrag, Dokumentation der Versuchsergebnisse in Protokollform	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Mündliche Abschlussprüfung	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	

Teilnahmevoraussetzungen	erfolgreiche Teilnahme an Biologie I/II für Nano-Science
Modulverantwortlicher	Dr. Üner Kolukisaoglu
Dozent	Prof. Dr. Klaus Harter, Dr. Üner Kolukisaoglu und Dr. Christina Chaban
Literatur / Lernmaterialien	Vorlesungs- und Praktikumsskript

	Physik I für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	12 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 135 h Selbststudium: 225 h Gesamt: 360 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (6 SWS) und Übungen (3 SWS)	
Modulinhalt	<p>Mechanik: Raum, Zeit, Messung Koordinatensysteme, Vektoren, Newtonsche Bewegungsgleichungen, Kraft, konservatives Kraftfeld, Arbeit (Wegintegrale, Gradient), Lösung von Bewegungsgleichungen (Differentialgleichungen), Harmonischer Oszillator, mit Dämpfung, angetriebener Oszillator (komplexe Zahlen), Gravitationsgesetz, Keplergesetze, Drehimpuls, Vielteilchensysteme, Schwerpunkt, Starrer Körper (Volumenintegrale), Trägheitstensor, Rotationen (Orthogonale Transformationen), Scheinkräfte, Kreisel, Schwingungen und Wellen, Akustik, Fourier-Zerlegung</p> <p>Wärmelehre: Temperatur, Wärmekapazität, Boltzmann Verteilung, Ideales Gas, barometrische Höhenformel, Entropie, Wärmekraftmaschinen, Phasenübergänge</p>	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Mechanik und der Wärmelehre. - erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Mechanik/Wärmelehre und den mathematischen Formulierungen. - sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. - können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. - nutzen in allen Themen die geeignete Fachsprache sowie die mathematischen Methoden. 	
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme an den Übungen	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlußklausur	
Verwendbarkeit	Physik (Bachelor und Lehramt), Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Dozenten des Fachbereichs Physik	

Dozent	Dozenten des Fachbereichs Physik
Literatur / Lernmaterialien	<p><u>Gesamtüberblick:</u> Nolting, W. <i>Grundkurs Theoretische Physik, Teil 1 (Klassische Mechanik)</i>, Springer Verlag; Greiner, W. <i>Klassische Mechanik I</i>, Verlag Harri Deutsch</p> <p><u>Wärmelehre:</u> Reif, F. <i>Statistische Physik und Theorie der Wärme</i>, Springer</p> <p><u>Mathematische Methoden:</u> Grossman, S. <i>Einführung in die mathematischen Methoden der Physik</i>, Teubner; Lang, C.B. und N. Pucker, <i>Mathematische Methoden der Physik</i>, Spektrum Verlag</p> <p>Ursprüngliches Skriptum zu dieser Vorlesung: http://www.tphys.physik.unituebingen.de/muether/physik1/skript/inhalt.htm</p>

	Physik II für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	9 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 135 h Selbststudium: 135 h Gesamt: 270 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum SS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (6 SWS) und Übungen (3 SWS)	
Modulinhalt	Elektrostatik (Flächenintegrale, Rotation, Divergenzsätze von Stokes und Gauß), Randwertprobleme, Multipolentwicklung, Elektrostatik im Medium, Ohm'sches Gesetz, Magnetostatik, Maxwell Gleichungen, Wechselstrom, Induktivitäten, Kapazitäten, komplexe Widerstände, einfache Schaltungen, Elektromagnetische Wellen	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Elektrodynamik. - haben die Grundkonzepte der Speziellen Relativitätstheorie verstanden - erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Elektrodynamik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. - sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Elektrodynamik wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. - können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren, exakt oder näherungsweise lösen und nutzen in diesem Themengebiet die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden. 	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Der Leistungsnachweis (unbenotet) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Martin Oettel	
Dozent	Dozenten des Fachbereichs Physik	
Literatur / Lernmaterialien	<u>Begleitende Literatur</u> Demtröder: Experimentalphysik 2 - Elektrizität und Optik, Springer; Dransfeld/Kienle: Physik II - Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie, Oldenburg Verlag; Fließbach: Elektrodynamik, Spektrum Verlag; Jackson: Klassische Elektrodynamik; de Gruyter/Nolting: Grundkurs Theoretische Physik, Bd.3, Elektrodynamik, Springer	

	Skriptum zu dieser Vorlesung "Physik II: Experimentelle und Theoretische Physik" (http://www.tphys.physik.uni-tuebingen.de/muether/physik2/skript/inhalt.html)
--	---

	Physik III für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h Selbststudium: 120 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (3 SWS) und Übungen (1 SWS)	
Modulinhalt	Elektromagnetische Theorie des Lichts, Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten, Dispersion von Licht im Medium, Brechungsindex, Geometrische Optik (Fermat'sches Prinzip), Instrumente der geometrischen Optik, Beugung am Spalt, Gitter, Kohärenz von Lichtwellen, Interferenz, Polarisation, Röntgenstrahlung	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Optik. - erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Optik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. - sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Optik wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. - können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren, exakt oder näherungsweise lösen und nutzen in diesem Themengebiet die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden. 	
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme an den Übungen	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlussklausur	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Martin Oettel	
Dozent	Dozenten des Fachbereichs Physik	
Literatur / Lernmaterialien	<p>Hecht: Optik (Oldenbourg Verlag)</p> <p>Skriptum von H. Müther und D. Wharam (Tübingen) Physik III http://www.tphys.physik.uni-tuebingen.de/muether/physik3/physik3.html</p>	

	Quantenmechanik und Theoretische Chemie	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 90 h Selbststudium: 90 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	2 Semester	
Turnus	Jedes Semester, Einführung in die Theoretische Chemie (TC1, PC0430) zum SS	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)	
Modulinhalt	Die Grenzen der klassischen Physik: Compton-Effekt, Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung; eindimensionale Wellenmechanik, Unschärferelation, Schrödinger Gleichung, stationäre Lösungen, gebundene Zustände, eindimensionale Potentialprobleme (gebundene Zustände und Streuprobleme), Tunneleffekt, harmonischer Oszillator, periodische Potentiale	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Quantenmechanik. - erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Quantenmechanik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. - sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Quantenmechanik wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. - können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren, exakt oder näherungsweise lösen und nutzen in diesem Themengebiet die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden. - können die grundlegenden Prinzipien der Quantenchemie benennen - sind in der Lage, die Lösungen einfacher quantenmechanischer Modellsysteme wiederzugeben und zu interpretieren 	
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme an den Übungen	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Mündliche Prüfung	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor), Chemie (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Martin Oettel	
Dozent	Dozenten des Fachbereichs Physik, Prof. Dr. Reinhold Fink	
Literatur / Lernmaterialien	S. Gasiorowicz: Quantenphysik; Oldenbourg-Verlag Skriptum von H. Müther und D. Wharam (Tübingen) Physik III http://www.tphys.physik.uni-tuebingen.de/muether/physik3/physik3.html	

	Physik-Praktikum	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS (davon 2 CP Schlüsselqualifikationen)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h Selbststudium: 120 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum SS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Praktikum (4 SWS)	
Modulinhalt	Grundlegende Versuche der Experimentalphysik (Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik)	
Qualifikationsziele	Die Studierenden - besitzen praktische Fähigkeiten zur Durchführung und Auswertung physikalischer Experimente - können mit Genauigkeit, Messunsicherheiten, Signifikanz, und Fehlerarten umgehen - sind in der Lage Software zur Datenaufnahme und –auswertung zu bedienen	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	regelmäßige und aktive Teilnahme und Protokolle	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	erfolgreiche Teilnahme an Physik I für Nano-Science	
Modul- verantwortlicher	Dr. Torsten Hehl	
Dozent	Dr. Torsten Hehl und andere Dozenten der Institute für Physik und Angewandte Physik	
Literatur / Lernmaterialien		

	Chemie I für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	9 ECTS (davon 2 CP Schlüsselqualifikationen)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 150 h Selbststudium: 120 h Gesamt: 270 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (6 SWS), Praktika (4 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung Allgemeine Chemie für Nano-Science (4 SWS)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Atombau und Periodensystem ▪ Ionische Bindung, Grundlagen der Strukturchemie, Salze, Gitterenergie, Born-Haber Kreisprozess ▪ Kovalente Bindung, Oktettregel, Lewis Formalismus, Einführung in die MO-Theorie ▪ Metallische Bindung, Bändermodell, einfache Metallpackungen, Hartstoffe ▪ Lösungen und Eigenschaften von Lösungsmitteln, Lösungen von Feststoffen und Gasen ▪ Thermodynamische Grundlagen chemischer Reaktionen ▪ Kinetische Grundlagen chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Arrhenius Gleichung, Gleichgewichtsreaktionen, Katalysatoren (Wirkungsweise und Anwendung) ▪ Säuren, Basen und Puffer, pH und pKs Werte ▪ Oxidation, Reduktion, Aufstellen von Redoxgleichungen ▪ Grundlagen der Elektrochemie, Spannungsreihe, Nernst Gleichung, Batterien und Akkumulatoren ▪ Grundlagen der Stoffchemie, Chemische Grundlagen der Synthese technisch relevanter Chemikalien <p>Vorlesung Organische Chemie für Naturwissenschaftler (2 SWS)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisch-chemische Reaktionen biochemisch/molekularbiologisch relevanter Substanzen wie z.B. Zucker, Aminosäuren, Fette, Basen, Proteine und Nucleinsäuren ▪ Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktionalität in organischen Molekülen, inklusive deren Nomenklatur und Einteilung in Verbindungsklassen ▪ Kenntnis der wichtigsten funktionellen Gruppen und deren Einfluss auf Verbindungseigenschaften ▪ Kenntnis der wichtigsten Mechanismen organischer Reaktionen ▪ Kenntnis von Aufbau, Funktion und Wirkung wichtiger Naturstoffe und Biomoleküle 	

	<p>Praktikum Anorganische Chemie (4 SWS): Einführung in die chemische Denk- und Verfahrensweise und in wichtige chemische Sachverhalte. Elernt werden sollen chemische und instrumentelle Analysemethoden wie Präparation, Isolierungen und kinetische Untersuchungen anhand folgender Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Löslichkeitsprodukt Säure/Base & Puffer, Benutzung eines pH-Meters ▪ Qualitative und Quantitative anorganische Analyse ▪ Kinetik, Oxidation und Reduktion ▪ Komplexchemie
Qualifikationsziele	Die Studierenden - verstehen grundlegende Prinzipien der Allgemeinen Chemie - haben Kenntnisse und Arbeitstechniken der Allgemeinen Chemie erworben - kennen das Basiswissens der Chemie - sind in der Lage im Labor sauber und reproduzierbar zu arbeiten
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme am Praktikum, Dokumentation der Versuchsergebnisse in Protokollform
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Klausur
Verwendbarkeit	Geoökologie/Ökosystemmanagement, Geowissenschaft, Naturwissenschaftliche Archäologie, Umweltnaturwissenschaften, Physik (alle Bachelor Hauptfach), Biologie (Bachelor und Lehramt), Nano-Science (Bachelor)
Teilnahme- voraussetzungen	keine
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Schnepf
Dozent	Prof. Dr. Andreas Schnepf und Prof. Dr. Bernd Speiser
Literatur / Lernmaterialien	Unterlagen zur Vorlesung: http://www.zbit.uni-tuebingen.de/studium/fremd/oc/welcome.html

	Chemie II für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	12 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 165 h Selbststudium: 195 h Gesamt: 360 h	
Moduldauer	2 Semester	
Turnus	Start jedes zweite Semester (zum SS): Vorlesungen Haupt- und Nebengruppenelemente, OC-Praktikum (SS), OC1b-1 und OC1b-1S (WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch und englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesungen (6 SWS), Seminar (1 SWS), Praktikum (4 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung Chemie der Nebengruppenelemente (AC1a) Chemie der Nebengruppenelemente: Vorkommen, Darstellung, Reaktionen der Nebengruppenelemente, technische Verfahren, Einführung in die Ligandenfeldtheorie</p> <p>Vorlesung Chemie der Hauptgruppenelemente (AC1b) Darstellung der Hauptgruppenelemente und ihrer wichtigsten Verbindungen mit besonderem Schwerpunkt auf technische Verfahren (Schmelzflusselektrolyse, Zonenschmelzverfahren, Haber-Bosch-Verfahren, Sodagewinnung, Salpetersäure-, Schwefelsäure- und Salzsäureherstellung).</p> <p>Vorlesung OC1b-1 Struktur und Reaktivität, Substituenteneffekte, Reaktionskoordinate, Übergangszustand, Reaktive Zwischenstufen, Reaktivität und Selektivität, Radikalische Substitution, Nucleophile Substitution, Eliminierungen, Additionen an C=C-Doppelbindungen, Substitutionen an Aromaten.</p> <p>Seminar OC1b1S Das Seminar dient der Vertiefung des Stoffes von OC1b-1 anhand von Fallbeispielen und hat das Ziel, die Fähigkeit zu erwerben, unbekannte Reaktionsabläufe zu analysieren.</p> <p>OC-Praktikum Einführung in die chemische Denk- und Verfahrensweise und in wichtige chemische Sachverhalte. Erlern werden sollen chemische und instrumentelle Analysemethoden wie Präparation, Isolierungen, kinetische Untersuchungen anhand folgender Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Säulenchromatographie ▪ Elektrophile Addition und Elektrophile Substitution ▪ Nucleophile Substitution und nucleophile Addition (Aldolreaktion), Nylonsynthese ▪ Veresterung und Amidbindung, saure und alkalische Esterspaltung ▪ Oxidation und Reduktion ▪ Organische Analytik: Identifizierung und Quantifizierung einer unbekanntes Substanz 	

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Grundlagen der Chemie der Haupt- und Nebengruppen - sind mit den grundlegenden Reaktionsmechanismen der Organischen Chemie vertraut und können diese auf typische Reaktionen anwenden - sind in der Lage die Reaktivität von Carbonylverbindungen zu beschreiben und einzuschätzen - kennen grundlegende Methoden der Organischen Synthese und können diese bei der Durchführung von Experimenten einsetzen - kennen die Standardmethoden zur Charakterisierung organischer Verbindungen und können diese auf einfache Beispiele anwenden
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme am OC-Praktikum, Dokumentation der Versuchsergebnisse in Protokollform
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Klausur (AC1), Klausur (OC1b)
Verwendbarkeit	Geoökologie/Ökosystemmanagement, Geowissenschaft, Naturwissenschaftliche Archäologie, Umweltnaturwissenschaften, Physik (alle Bachelor Hauptfach), Biologie (Bachelor und Lehramt), Nano-Science (Bachelor)
Teilnahme- voraussetzungen	Teilnahme an Chemie I für Nano-Science
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Schnepf
Dozent	Prof. Dr. Reiner Anwander und Prof. Dr. Lars Wesemann (Nebengruppenelemente); Prof. Dr. Doris Kunz und Prof. Dr. Andreas Schnepf (Hauptgruppenchemie); Prof. Dr. Andreas Schnepf (OC-Praktikum), Dr. Yucang Liang (OC-Praktikum), Prof. Dr. Holger Bettinger (OC1b-1)
Literatur / Lernmaterialien	

	Chemie III für Nano-Science	Pflichtmodul
Leistungspunkte	9 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 120 h Selbststudium: 150 h Gesamt: 270 h	
Moduldauer	2 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (6 SWS) und Übungen (2 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung und Übung Physikalische Chemie 1a Zustandsgrößen, Eigenschaften von Zustandfunktionen, Ideale Gase, Grundlagen der kinetischen Gastheorie, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, Wärme und Temperatur, Arbeit, Innere Energie, Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentialfunktionen, chemisches Potential, zwischenmolekulare Kräfte, reale Gase und kondensierte Phasen, Mischphasen, Exzeßgrößen, Löslichkeit, chemisches Gleichgewicht, homogene und heterogene Gleichgewichte, Gleichgewichtskonstante, Phasengleichgewichte, kolligative Eigenschaften.</p> <p>Vorlesung und Übung Physikalische Chemie 1b Teilchen mit elektrischer Ladung, Ladungstransport, Leitfähigkeit, Debye-Hückel-Theorie, Elektroden, Elektrodenpotentiale, Nernstsche Gleichung, elektrochemische Gleichgewichte, elektrochemische Zellen, Zellspannung, Anwendungen, stationäre Grenzschichten, Polarographie, Überspannung. Transportphänomene, kinetische Gastheorie und Stöße von Gasteilchen, freie Weglänge, Stoßquerschnitt, Wandstoßrate und Stoßzahl im Gasvolumen, Effusion, Diffusion, Wärmeleitung, Viskosität. Reaktionskinetik, Kinetik einfacher Reaktionen, Reaktionsgeschwindigkeit, Elementarreaktionen, Reaktionsmechanismus, Geschwindigkeitsgesetze, Reaktionsordnung, integrierte Zeitgesetze, Temperaturabhängigkeit chemischer Reaktionen, Arrhenius-Gesetz, Gaskinetik, Reaktionskinetik von Parallel-, Gleichgewichts- und Folgereaktionen, Kettenreaktionen, Grundlagen der homogenen und heterogenen Katalyse, Michaelis-Menten, Beispiele für Reaktionsmechanismen.</p> <p>Vorlesung Festkörperchemie Grundlagen der Festkörperchemie, Strukturchemie, Stoffchemie ausgewählter Themen der Festkörperchemie, Funktionale Materialien</p>	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Prinzipien der chemischen Thermodynamik, der Elektrochemie des Gleichgewichts, der Transportprozesse, der Kinetik und Photometrie - können die grundlegenden Prinzipien der Quantenchemie benennen - können die Grundlagen der Festkörperchemie, Strukturchemie und der Stoffchemie wiedergeben - kennen ausgewählte Themen der Festkörperchemie und von funktionalen Materialien 	

Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlussklausuren in PC und Festkörperchemie
Verwendbarkeit	Chemie (Bachelor und Lehramt), Nano-Science (Bachelor)
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an Chemie I
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Schnepf
Dozent	Prof. Dr. Hans-Jürgen Meyer, Prof. Dr. Thomas Chassé und Prof. Dr. Alfred J. Meixner
Literatur / Lernmaterialien	

	Nano-Science I	Pflichtmodul
Leistungspunkte	3 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 60 h Selbststudium: 30 h Gesamt: 90 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum SS)	
Unterrichtssprache	Deutsch und Englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS)	
Modulinhalt	Einführung in die Grundlagen der Nanowissenschaften und –technologie in Biologie, Chemie und Physik. Dabei werden u. a. folgende Themenkomplexe behandelt: Nanobionics, mikroskopische Methoden, nanowissenschaftliche Anwendungen in den Life Sciences, Bottom up/Top down-Verfahren, physikalische Visualisierungsverfahren, physikalische Nanosysteme, nanostrukturierte Materialien, Nanospektroskopie, nanoskalige Metalle, Nanotoxizität	
Qualifikationsziele	Die Studierenden - kennen grundlegende Prinzipien und Kenntnisse der Nanowissenschaften und Nanotechnologie - besitzen Kenntnisse über die verschiedenen Arbeits- und Anwendungsbereiche der Nanowissenschaften und Nanotechnologie	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	regelmäßige Teilnahme	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Dr. Üner Kolukisaoglu	
Dozent	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Literatur / Lernmaterialien		

	Nano-Science II	Pflichtmodul
Leistungspunkte	12 ECTS (davon 3 CP Schlüsselqualifikationen)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 150 h Selbststudium: 210 h Gesamt: 360 h	
Moduldauer	2 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch und Englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS), Seminar (2 SWS) und Praktikum (6 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung Instrumentelle Analytik für Nano-Science (AN2a; 2 SWS) Es werden Grundlagen verschiedener Methoden der Instrumentellen Analytik, insbesondere bei UV/VIS- und NMR-Spektroskopie sowie Massenspektrometrie und außerdem Grundlagen der Gas- und Flüssigkeitschromatographie sowie der Kapillarelektrophorese vermittelt.</p> <p>Seminar zur Instrumentellen Analytik (AN2aÜ, 2 SWS) Vertiefung des Stoffes der Vorlesung AN2a an Fallbeispielen</p> <p>Vorlesung Physik der molekularen und biologischen Materie (VFPMBM; 2 SWS) Einführung: Was sind molekulare, weiche und biologische Materialien; Wechselwirkungen in molekularen und biologischen Systemen; H-Brückenbindung und DNA; van-der-Waals-Kräfte; Wasser: Besondere Eigenschaften und Rolle als Lösungsmittel; Ionen in Lösung und Debyesche Abschirmlänge; hydrophobe Kräfte; entropische Kräfte; Ausgewählte organische und biologische Materialien und ihre Eigenschaften; Polymere, DNA, Proteine; Flüssigkristalle; Grenzflächenaktive Moleküle; Organische Dünnschichtsysteme, Lipidschichten; Organische Farbstoffe und Halbleiter, leitfähige Polymere</p> <p>Nanochemie-Praktikum (6 SWS) Einführung in die Synthesetechniken im Bereich Nano-Science; Stöber Prozess, Polyolmethode, templatgesteuerte Synthese zur Darstellung nanoskaliger Oxide, Halbleiter und Metalle.</p>	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Verfahren der instrumentellen Analytik - besitzen grundlegende Kenntnisse in Chromatographie und Kapillarelektrophorese - kennen grundlegende Methoden der Nanopartikelsynthese und können diese bei der Durchführung von Experimenten einsetzen - kennen die Standardmethoden zur Charakterisierung von Nanopartikeln und können diese auf einfache Beispiele anwenden - kennen die physikalischen Grundlagen der molekularen und biologischen Materie 	
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme am Nanochemie-Praktikum, Dokumentation der Versuchsergebnisse in Protokollform	
Leistungsnachweis/ Benotung	Klausur	

(ggf. Gewichtung)	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)
Teilnahmevoraussetzungen	Physik I-III, Allgemeine Chemie I
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Schnepf
Dozent	Dr. Markus Kramer, Dr. Dorothee Wistuba (AN2aN), Prof. Dr. Frank Schreiber (VFPMBM), Prof. Dr. Andreas Schnepf (Nanochemie-Praktikum), Dr. Yucang Liang
Literatur / Lernmaterialien	

	Nano-Science III	Pflichtmodul
Leistungspunkte	9 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 150 h Selbststudium: 120 h Gesamt: 270 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum SS)	
Unterrichtssprache	Deutsch und Englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (2 SWS), Seminar (4 SWS), und Praktikum (4 SWS)	
Modulinhalt	<p>Vorlesung und Seminar Von der Mikroskopie zur Nanoskopie (4 SWS) Vorlesungen und Seminarvorträge zu analytischen Methoden in der Nano-Science mit Schwerpunkt optischer Mikroskopie in den Lebenswissenschaften</p> <p>Praktikum Analytische Methoden der Nano-Science (4 SWS) Praktische Einführung in Arbeitsmethoden und die analytische Methodik in Nanowissenschaften und –technologie</p> <p>Seminar Aktuelle Tübinger Nano-Science Forschungsfelder (2 SWS) Darstellung der Themen und Arbeitsfelder der verschiedenen Arbeitsgruppen und Abteilungen in den Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik, die im Bereich Nanowissenschaften und Nanotechnologie arbeiten</p>	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Grundlagen verschiedenster mikroskopischer Methoden und ihre verschiedenen Anwendungsgebiete - besitzen die Fähigkeit grundlegende physikalischer Arbeits- und Analysemethoden in der Nano-Science anzuwenden - haben spezialisierte praktische Fähigkeiten im nanowissenschaftlichen Arbeitsbereich - besitzen umfassende Kenntnisse über die verschiedenen Arbeits- und Anwendungsbereiche der Nano-Science an der der Universität anhand von Fallbeispielen aus Arbeitsgruppen 	
Studienleistung	Regelmäßige Teilnahme	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Seminarvortrag, Versuchsprotokoll	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Erik Schäffer	
Dozent	Prof. Dr. Martin Oettel, Dr. Fajun Zhang (Analytische Meth.), Prof. Dr. Erik Schäffer (Von der Mikroskopie zur Nanoskopie), Dr. Üner Kolukisaoglu (Seminar Aktuelle Forschungsfelder)	

Literatur / Lernmaterialien	
--	--

	Ethik in den Nanowissenschaften	Pflichtmodul
Leistungspunkte	3 ECTS (Schlüsselqualifikation)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 30 h Selbststudium: 60 h Gesamt: 90 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Max. 20 Teilnehmer pro Gruppe	
Lehrformen	Seminar (2 SWS)	
Modulinhalt	Grundlagen der Ethik in den Wissenschaften, ethische Fragen von Nanowissenschaften und Nanotechnologien	
Qualifikationsziele	Die Studierenden - haben mittels Textlektüre und intensive gemeinsame Diskussion grundlegende ethische Kenntnisse - besitzen die grundlegenden Kompetenzen, die Ziele, Mittel und Folgen von Nanowissenschaften und Nanotechnologien in ethischer Hinsicht eigenständig zu identifizieren, zu analysieren und zu beurteilen.	
Studienleistung	Aktive Teilnahme	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Referat (unbenotet)	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Dr. Stefan Gammel	
Dozent	Dr. Stefan Gammel	
Literatur / Lernmaterialien	werden zu Beginn des Seminars bekannt gegeben	

	Mathematik für Naturwissenschaftler I	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 90 h Selbststudium: 90 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum WS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)	
Modulinhalt	<ul style="list-style-type: none"> - vollständige Induktion, geometrische Reihe, binomische Formel, - Grenzwerte, Stetigkeit, Differentiation, Potenzreihen, - Vektorräume, lineare Gleichungssysteme, Skalarprodukte, Normen, - Matrizen, Determinanten, - Komplexe Zahlen, Integration, - evtl. gewöhnliche Differentialgleichungen 	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Methoden und Prinzipien der höheren Mathematik - wenden diese Methoden sicher in expliziten Aufgaben an. - verstehen in Grundzügen, warum die erlernten Methoden funktionieren und kennen insbesondere die Voraussetzungen für ihre Anwendbarkeit. 	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlußklausur	
Verwendbarkeit	Chemie (Bachelor), Biochemie (Bachelor), Physik (Lehramt), Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Stefan Keppeler	
Dozent	Prof. Dr. Stefan Keppeler und N. N.	
Literatur / Lernmaterialien		

	Mathematik für Naturwissenschaftler II	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 90 h Selbststudium: 90 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes zweite Semester (zum SS)	
Unterrichtssprache	Deutsch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Vorlesung (4 SWS) und Übungen (2 SWS)	
Modulinhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Differentialgleichungen (Fortsetzung) - Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen, Hauptachsentransformation - Mehrdimensionale Analysis: Partielle, Richtungs,- und totale Ableitung(en), Satz von Taylor, Extremwerte, mehrdimensionale Integration (Wegintegrale, Oberflächenintegrale, Volumenintegrale) - Einführung die Statistik: Beschreibende Statistik, stochastische Grundlagen, schließende Statistik (Schätzungen, Tests) 	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Methoden und Prinzipien der höheren Mathematik sowie der Statistik und Stochastik - wenden diese Methoden sicher in expliziten Aufgaben an. - verstehen in Grundzügen, warum die erlernten Methoden funktionieren und kennen insbesondere die Voraussetzungen für ihre Anwendbarkeit 	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Abschlußklausur	
Verwendbarkeit	Chemie (Bachelor), Biochemie (Bachelor), Physik (Lehramt), Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	keine	
Modul- verantwortlicher	Prof. Dr. Stefan Keppeler	
Dozent	Prof. Dr. Stefan Keppeler und N. N.	
Literatur / Lernmaterialien		

	Vertiefungsmodul	Pflichtmodul
Leistungspunkte	6 ECTS	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 90 h Selbststudium: 90 h Gesamt: 180 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes Semester	
Unterrichtssprache	Deutsch und englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Praktikum und Übung (6 SWS)	
Modulinhalt	Einführung in naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden und –felder sowie die analytische Methodik in Nanowissenschaften und –technologie	
Qualifikationsziele	Die Studierenden - können einzelne Arbeits- und Analysemethoden in der Nano-Science im biologischen, chemischen oder physikalischen Labor anwenden - können wissenschaftliche Literatur erfassen - sind in der Lage wissenschaftliche Ergebnisse zu dokumentieren, analysieren und darzustellen	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	aktive Teilnahme	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an Nano-Science II + III	
Modul- verantwortlicher	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Dozent	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Literatur / Lernmaterialien		

	Nano-Science Projekt-Praktikum	Wahlmodul
Leistungspunkte	9 ECTS (davon 2 CP Schlüsselqualifikationen)	
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 135 h Selbststudium: 135 h Gesamt: 270 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes Semester	
Unterrichtssprache	Deutsch und englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Keine Einschränkung	
Lehrformen	Praktikum und Übung (9 SWS)	
Modulinhalt	Projektarbeit im Bereich der Nano-Science innerhalb einer Arbeitsgruppe in den Fachbereichen Physik, Chemie und Biologie	
Qualifikationsziele	Die Studierenden - können spezielle Arbeitsmethoden und -felder der Nano-Science durch projektbezogene Tätigkeiten in einem Arbeitsgebiet anwenden. - sind zur Projektarbeit im biologischen, chemischen oder physikalischen Labor fähig.	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	aktive Teilnahme, Laborbericht	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiche Teilnahme an Nano-Science II + III	
Modul- verantwortlicher	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Dozent	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Literatur / Lernmaterialien		

	Bachelorarbeit	Pflichtmodul
Leistungspunkte	12 ECTS	
Arbeitsaufwand	Gesamt: 360 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes Semester	
Unterrichtssprache	Deutsch/Englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl		
Lehrformen	Praktikum (12 Wochen), Bachelorarbeit	
Modulinhalt	Abgeschlossenes Projekt im Bereich der Nano-Science innerhalb einer Arbeitsgruppe in den Fachbereichen Physik, Chemie und Biologie	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können spezielle Arbeitsmethoden und –felder der Nano-Science in Biologie, Chemie oder Physik durch projektbezogene Tätigkeiten zur Lösung eines eng umgrenzten Problems einsetzen. - sind in der Lage zu wissenschaftlichem Arbeiten unter Anleitung; Dokumentation. - sind fähig zur Zusammenfassung und Bewertung eigener Ergebnisse. - können wissenschaftliche Texte unter Anleitung erstellen 	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Bachelorarbeit	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	Erfolgreiche Orientierungs- und Zwischenprüfung	
Modul- verantwortlicher	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Dozent	Dozenten der Fachbereiche Physik, Chemie und Biologie	
Literatur / Lernmaterialien		

Wahlpflichtmodule

Im Rahmen der Optionsmodule müssen 12 ECTS aus dem Veranstaltungsangebot der Fachbereiche Biologie, Chemie und Physik erbracht werden. Dabei können alle Veranstaltungen aus diesen drei Fachbereichen mit ausreichendem Bezug zum Studienfach Nano-Science gewählt werden.

	Optionsmodul	Wahlmodul
Leistungspunkte	12 ECTS	
Arbeitsaufwand	Gesamt: 360 h	
Moduldauer	1 Semester	
Turnus	Jedes Semester	
Unterrichtssprache	Deutsch/Englisch	
Gruppengröße/ beschränkte Teilnehmerzahl	Variierend nach Veranstaltung	
Lehrformen	Vorlesung, Seminar, Übung, Praktikum	
Modulinhalt	Das Modul besteht aus Lehrveranstaltungen aus den Fachbereichen Biologie, Chemie oder Physik mit Bezügen zur Nanowissenschaft und zur Nanotechnologie.	
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - setzen sich mit Inhalten aus Biologie, Chemie oder Physik auseinander. - nähern sich Fragestellungen aus Biologie, Chemie oder Physik selbstständig oder im Team. - beobachten und beschreiben Phänomene aus Biologie, Chemie oder Physik. - setzen sich mit wissenschaftlichen Texten auseinander und tragen deren Inhalte vor. - diskutieren und reflektieren aktuelle Themen und Fragestellungen aus Biologie, Chemie oder Physik und setzen sie in Bezug zu Arbeitsbereichen aus Nanowissenschaft und Nanotechnologie. - wählen adäquate biologische, chemische oder physikalische Methoden aus und wenden diese an. - ordnen die gewonnenen Mess- und Untersuchungsergebnisse ein und kommunizieren diese ordnungsgemäß. 	
Studienleistung	Je nach Veranstaltung: Teilnahme, Referat, wissenschaftlicher Text, Essay, Anfertigen eines Protokolls	
Leistungsnachweis/ Benotung (ggf. Gewichtung)	Klausur, Referat oder mündliche Prüfung	
Verwendbarkeit	Nano-Science (Bachelor)	
Teilnahme- voraussetzungen	Je nach Veranstaltung: Vertiefte Kenntnisse der Biologie, Chemie oder Physik	
Modul- verantwortlicher	Dozenten der Fachbereiche Biologie, Chemie oder Physik.	
Dozent	Dozenten der Fachbereiche Biologie, Chemie oder Physik.	
Literatur / Lernmaterialien		