

# Modulhandbuch zum Bachelorstudiengang Nanowissenschaften der Universität Hamburg

Entwurf: 14. März 2014

Die nachfolgenden, detaillierten Modulbeschreibungen sind wie folgt strukturiert:

Modultitel:	<i>Titel des Moduls.</i>	
Modulnummer/-kürzel:	<i>Kürzel zur Identifikation des Moduls.</i>	
Semester	<i>Wintersemester</i>	
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Zusammenhang mit anderen Modulen des Studiengangs sowie Verwendbarkeit für andere Studiengänge</i></li> </ul>	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Voraussetzungen für die Teilnahme an dem Modul in den Unterkategorien „Verbindliche Voraussetzungen“ (andere Module, die vor Modul-Beginn erfolgreich absolviert sein müssen, d.h. deren Prüfung bestanden wurde) und „Empfohlene Voraussetzungen“ (vorausgesetzte Inhalte, die vor einer Teilnahme jedoch nicht nachgewiesen werden müssen).</i>	
Modulverantwortliche(r):		
Lehrende:		
Sprache:	<i>Sprache (Deutsch oder Englisch), in der alle bzw. einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls durchgeführt werden.</i>	
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>Leitfrage: Welche Lernergebnisse sollen Studierende nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht haben?</i></p> <p><i>z. B. im Sinne von:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Lernergebnisse, die Wissen oder Anwenden nachweisen: z.B. definieren/ darstellen/ messen/ berichten/ bewerten von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen</i></li> <li>- <i>Lernergebnisse, die praktische Fertigkeiten, bei denen Kenntnisse (Wissen) eingesetzt werden, nachweisen: z.B. ausführen, demonstrieren etc.</i></li> </ul> <p><i>Bsp.: „Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden spezialisierte Techniken auswählen und einsetzen/Richtlinien modifizieren/die wesentlichen Beiträge von xy auf dem Gebiet xy zusammenfassen/ etc.“</i></p>	
Inhalt:	<i>Der (Lehr)inhalt sollte die Ziele des Moduls benennen. (Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?)</i>	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<i>Im Modul enthaltene, einzelne Lehrveranstaltungen, zugehörige Lehrformen/Veranstaltungsarten (z.B. V: Vorlesung, Ü: Übungen, P: Praktikum, S: (Pro)Seminar), jeweils mit Angabe des Umfangs in</i>	SWS

	Semesterwochenstunden (SWS).				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	Arbeitsaufwand in Leistungspunkten für die Einzelveranstaltungen.	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamtaufwand				
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Anmeldung zur Modulprüfung: Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): Abweichungen werden zur Beginn der Veranstaltungen bekannt gegeben.				
Dauer	Dauer des Moduls (z.B. 1 oder 2 Semester).				
Häufigkeit des Angebots	Angebotsturnus.				
Literatur:					

\*LP=Leistungspunkte; P (Std)=Präsenzstudium; S (Std)= Selbststudium; PV (Std)= Prüfungsvorbereitung

## Pflichtmodule aus dem Fachbereich Physik:

Modultitel:	<b>Orientierungseinheit</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N-OE</b>
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich</u> : keine <u>Empfohlene</u> : keine
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers und Tutoren aus den Fachbereichen Physik und Chemie
Sprache:	Deutsch
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über Studium, Prüfungs- und Studienordnung.</li> <li>• Verständnis des strukturellen Aufbaus von Fachbereichen, Fakultät und Universität.</li> <li>• Abbau von Problemen beim Beginn des Studiums.</li> <li>• Sensibilisierung für Nanowissenschaften im Kontext von Ethik und Philosophie.</li> </ul>
Inhalt:	I. Einführung in das Studium der Nanowissenschaften (Inhalte und Aufbau des Studiums, Lernziele, Prüfungen, Arbeitsformen), II. Kennen lernen der Universität (Fachbereiche, Institute) und der

	akademischen Selbstverwaltung (studentische Beteiligung an der Gestaltung von Lehre und Forschung), III. Untersuchung verschiedener Lehr- und Lernmethoden (Veranstaltungsformen, Selbststudium, Gruppenarbeit), IV. Erkundung der Berufssituation des Nanowissenschaftlers/der Nanowissenschaftlerin (Zusammenhang von Ausbildung und Berufspraxis, Stellung im Betrieb, Arbeitsplatzsituation).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orientierungseinheit, Arbeit in Kleingruppen</li> </ul>			1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orientierungseinheit, Arbeit in Kleingruppen</li> </ul>	LP 1	P (Std) 14	S (Std) 16	PV (Std)
	Gesamtaufwand (davon 1 LP ABK)	1	14	16	
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Projektabschluss Das Modul gilt als bestanden, wenn der Studierende sich aktiv an mindestens einem Kleinprojekt beteiligt und dieses vorgestellt hat (in der Regel mündlich).				
Dauer	Erste Vorlesungswoche				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Mathematische Grundlagen der Physik A</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N-MA</b>
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Differenzieren und Integrieren von Funktionen sowie die Grundlagen der linearen Algebra werden sicher beherrscht.</li> <li>Differentialgleichungen werden als eine Form der Beschreibung von Naturphänomenen erkannt.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineare Algebra: Vektoren, Matrizen, lineare Gleichungssysteme</li> <li>Lineare Abbildungen, Vektorräume,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwertproblem</li> <li>• Funktionen (einer Veränderlichen) und ihre Eigenschaften</li> <li>• Regeln der Differenzialrechnung</li> <li>• Potenzreihen, Taylorreihen,</li> <li>• Regeln der Integralrechnung</li> <li>• Fourierreihen, Fouriertransformationen, Funktionenräume</li> <li>• lineare und gewöhnliche Differenzialgleichungen</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen der Physik A (V)</li> <li>• Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik A (Ü)</li> </ul>			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen der Physik A (V)</li> </ul>	6	56	62	62
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik A (Ü)</li> </ul>	2	28	32	
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Mathematische Grundlagen der Physik B</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N-MB</b>
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in PHY-N-MA
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Differenzieren und Integrieren von Funktionen mehrerer Veränderlicher wird sicher beherrscht.</li> <li>• Differentielle und Integrale Gleichungen werden als mathematische</li> </ul>

	Form von Naturgesetzen erkannt.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen mehrerer Veränderlicher</li> <li>• Partielle Ableitungen</li> <li>• Mehrfachintegrale</li> <li>• Vektordifferentiation (Gradient, Divergenz, Rotation)</li> <li>• Kurven im Raum und Kurvenintegral</li> <li>• Volumen und Oberflächenintegrale, Integralsätze</li> <li>• Komplexe Funktionen und Funktionentheorie</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen der Physik B (V)</li> <li>• Übungen zu den Mathematischen Grundlagen der Physik B (Ü)</li> </ul>			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen der Physik B (V)</li> </ul>	3	28	31	31
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen zu Mathematische Grundlagen der Physik B (Ü)</li> </ul>	2	28	32	
	Gesamtaufwand	5	56	63	31
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Physik A für Studierende der Nanowissenschaften</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N1</b>
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.
Angestrebte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der klassischen Physik mit Schwerpunkt Mechanik unter</li> </ul>

Lernergebnisse	besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften von Strukturen im Nanometer-Bereich.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allg. Einführung in die Nanostrukturphysik</li> <li>• Kinematik</li> <li>• Newton'sche Axiome</li> <li>• Impuls</li> <li>• Energieerhaltungssatz</li> <li>• Drehbewegungen</li> <li>• Schwingungen, Nanomechanik</li> <li>• Fluidmechanik und Mikrofluidtechnik</li> <li>• Bewegung von Nanopartikeln in Gasen</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik A für Studierende der Nanowissenschaften (V)</li> <li>• Übungen zu Physik A (Ü)</li> </ul>			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik A für Studierende der Nanowissenschaften (V)</li> <li>• Übungen zu Physik A (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Physik B für Studierende der Nanowissenschaften</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N2</b>
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Physik A für Nanowissenschaften
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik

Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der klassischen Physik mit Schwerpunkt Elektrostatik und Elektrodynamik unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften von Strukturen im Nanometer-Bereich.</li> </ul>				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik und Nanokondensatoren</li> <li>• Elektrischer Transport</li> <li>• Elektrische Messtechnik</li> <li>• Maxwell'sche Gleichungen</li> <li>• Elektromagnetische Wellen/Licht</li> <li>• Beugung, Optik/Lithographie</li> <li>• Elektronenmikroskopie/-lithographie</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik B für Studierende der Nanowissenschaften (V)</li> <li>• Übungen zu Physik B (Ü)</li> </ul>			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik B für Studierende der Nanowissenschaften (V)</li> <li>• Übungen zu Physik B (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Quantenphysik/ -chemie</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N-QPC</b>
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul  In anderen Studiengängen: Es eignet sich nach Absprache als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Physik A und Physik B für Nanowissenschaften, Physikalische Chemie III
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie

Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse	Einführung in die Konzepte der Quantentheorie und statistischen Physik. Anwendungen der erlernten Regeln und Gesetzmäßigkeiten auf Probleme und Experimente der Atom-, Molekül- und Festkörperphysik.				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Experimente zum Welle-Teilchen-Dualismus und den Grenzen der klassischen Physik</li> <li>• Theoretische Methoden der Quantenmechanik/chemie, z.B. Schrödinger-Gleichung, Eigenwerte, Wellenfunktionen, Operatoren, Hilbertraum und Bracketnotation</li> <li>• Modellsysteme, z.B. Potentialkasten (endlich, Kugel), Tunnelbarrieren, harmonischer Oszillator in 2D und 2. Quantisierung, starrer Rotator, Wasserstoffatom, Streuprozesse</li> <li>• Störungsrechnung und Fermis goldene Regel</li> <li>• Spin- und Bahn-Drehimpuls und Spin-Bahn-Koppelung</li> <li>• Statistische Physik (Boltzmann-, Bose-Einstein, Fermi-Dirac-Verteilung)</li> <li>• Anwendungen der Statistischen Physik in der Festkörperphysik, z.B. Elektronen in periodischen Potentialen, Bandstrukturen und Phononen.</li> <li>• Einführung Mehrteilchensysteme und Molekülphysik, z.B. Helium, Moleküle und Born-Oppenheimer Näherung</li> <li>• Hartree-Fock-Methode und Slater-Determinante</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenphysik/ -chemie (V)</li> <li>• Übungen zu Quantenphysik/ -chemie (Ü)</li> </ul>			4 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenphysik/ -chemie (V)</li> <li>• Übungen zu Quantenphysik/ -chemie (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Nanostrukturphysik A</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N3</b>				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich in Kombination mit Physik-(Anfänger-)Vorlesungen als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Physik A und Physik B für Nanowissenschaften				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Festkörperphysik und Nanostrukturphysik von Halbleiter-Nanostrukturen.</li> </ul>				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstrukturen (Moleküle, Cluster, Nanopartikel und Festkörper)</li> <li>• Kristallgitterdynamik</li> <li>• Röntgen- und Elektronenbeugung</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Isolatoren</li> <li>• Kristallelektronen im Drude- und Sommerfeld-Modell</li> <li>• Zustandsdichten in Elektronensystemen verschiedener Dimensionen</li> <li>• Elektronen im Gitterpotential</li> <li>• Halbleiter-Nanostrukturen und Halbleiter-Nanostruktur-Bauelemente</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanostrukturphysik A (V)</li> <li>• Übungen zu Nanostrukturphysik A (Ü)</li> </ul>				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanostrukturphysik A (V)</li> <li>• Übungen zu Nanostrukturphysik A (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Nanostrukturphysik B</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N4</b>				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich in Kombination mit Physik-(Anfänger-)Vorlesungen als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Nanostrukturphysik A				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb von Kenntnissen über grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Festkörperphysik und Nanostrukturphysik an metallischen und dielektrischen Nanostrukturen.</li> </ul>				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dielektrische Theorie</li> <li>• Bragg-Spiegel</li> <li>• Photonische Kristalle</li> <li>• Metamaterialien</li> <li>• Plasmonik von metallischen Nanostrukturen</li> <li>• Supraleiter</li> <li>• Magnetismus in Systemen mit reduzierter Dimension</li> <li>• Transportphänomene in Nanostrukturen</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanostrukturphysik B (V)</li> <li>• Übungen zu Nanostrukturphysik B (Ü)</li> </ul>				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanostrukturphysik B (V)</li> <li>• Übungen zu Nanostrukturphysik B (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Praktikum Nanostrukturphysik</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-AP 5</b>				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als Physikalische Vertiefung im Master-Studiengang Physik M.Sc.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heranführung an die Technologie eines Nanostruktur-Laboratoriums.</li> <li>• Kenntnis und praktische Nutzung wesentlicher Techniken zur Nanostrukturierung und entsprechender Analytik.</li> <li>• Interpretation und Präsentation von Messdaten.</li> <li>• Befähigung zur Lösung praktischer Problemstellungen der Nanostrukturphysik.</li> <li>• Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen – insbesondere Arbeitsplanung, Literaturrecherche, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen, Übung eines wissenschaftlichen Vortrags – mit physikalischen Inhalten.</li> </ul>				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenpraktikum aus mindestens 8 Versuchen mit definiertem Zeitaufwand: 2 Arbeitstagen bzw. 16 Stunden je Versuch               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Röntgendiffraktometrie an Nanopartikeln</li> <li>b) Ellipsometrie an ALD-Schichten</li> <li>c) Rastertunnelmikroskopie an Halbleiter-Nanostrukturen</li> <li>d) Ortsaufgelöste Raman-Messungen an Halbleiter-Nanostrukturen</li> <li>e) Photonische Kristalle mittels 3D-Laser-Lithographie</li> <li>f) Mikrofluidisches Bauelement mittels 3D-Laser-Lithographie</li> <li>g) Messungen des Magneto-Widerstands an magnetischen Nanodrähten</li> <li>h) Magnetometrie an periodischen magnetischen Nanostrukturen</li> </ol> </li> <li>• Im Begleitseminar werden die theoretischen Grundlagen vertieft.</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Nanostrukturphysik (P)</li> <li>• Begleitseminar zum Praktikum (S)</li> </ul>			7 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Nanostrukturphysik (P)</li> <li>• Begleitseminar zum Praktikum (S)</li> </ul>	7	98	112	
	Gesamtaufwand	8	112	128	
Studien-					

/Prüfungsleistungen	<p>Modulprüfung: Praktikumsabschluss</p> <p>Es umfasst 4 umfangreiche Versuche aus einem Angebot von mindestens 8 Versuchen. Für jeden Versuch sind 2 Labortage angesetzt. Hinzu kommt die Auswertung und Anfertigung von Protokollen.</p> <p>Erfolgreiche Durchführung von 4 umfangreichen Praktikumsversuchen, Testate auf den Praktikumsprotokollen und Arbeitsnachweisen, aktive Beteiligung sowie ein mündliches Kolloquium zu jedem Versuch. Jeder Versuch muss abschließend mit mindestens ausreichend (4,0) bewertet worden sein.</p>
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Semesterlich als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit.
Literatur:	

## Pflichtmodule aus der Chemie:

Modultitel:	<b>Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 001 N				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: keine				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. M. Fröba				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Verständnis der Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie.				
Inhalt:	Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie u.a. Atombau, Periodensystem der Elemente, Einführung in die Symmetriellehre, MO-Theorie, Koordinationsverbindungen, Festkörperstrukturen, ionische und metallische Bindung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I(V) b) Allgemeine Chemie mit Übungen (V + Ü)			4 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Experimentalvorlesung Grundlagen der Chemie I	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 90	PV (Std) 28
	b) Allgemeine Chemie mit Übungen	2	28	18	14
	Gesamtaufwand	8	84	108	42
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine.				

	Art der Modulprüfung: Klausur.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultitel:</b>	<b>Physikalische Chemie I</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 002 A				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: keine				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Beherrschung grundlegender Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Physikalischen Chemie und ihre sichere Anwendung.				
Inhalt:	Grundlagen der Mechanik und der Energieerhaltung Hauptsätze der Thermodynamik, Wärmelehre, Mischphasenthermodynamik, Phasendiagramme.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie I (V)			2 SWS	
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie I (Ü)			1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Physikalische Chemie I (V)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie I	3	28	42	14
	Gesamtaufwand	1	13	27	10
		4	41	69	24
Studien-/Prüfungsleistungen	In den Übungsgruppen und dem Seminar besteht Anwesenheitspflicht. Die Zulassung zur Modulabschlussklausur setzt folgende erbrachte Studienleistungen voraus: Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und/oder Präsentation einzelner Übungsaufgaben. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

<b>Modultitel:</b>	<b>Physikalische Chemie II</b>			
Modulnummer/-kürzel:	CHE 004 A			
Semester	Sommersemester			
Verwendbarkeit, Modultyp	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul			

und Zuordnung zum Curriculum					
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: CHE 002 A				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Beherrschung weiterführender Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Physikalischen Chemie und ihre sichere Anwendung.				
Inhalt:	Kinetische Gastheorie, Formale Reaktionskinetik, Reaktionsgeschwindigkeitsgesetze, Reaktionsordnung, Kinetik heterogener Reaktionen, Chemisches Gleichgewicht Elektrochemie im Gleichgewicht, Elektrochemische Zellen, Leitfähigkeit, Ionentransport, Diffusion				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie II (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü)			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Physikalische Chemie II (V)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie II	3	28	42	14
	Gesamtaufwand	1	13	27	10
		4	41	69	24
Studien-/Prüfungsleistungen	In den Übungsgruppen besteht Anwesenheitspflicht. Die Zulassung zur Modulabschlussklausur setzt folgende erbrachte Studienleistungen voraus: Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und/oder Präsentation einzelner Übungsaufgaben. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bde 1 – 3, L. Papula, Vieweg+Teubner Mathematik für Chemiker, H. G. Zachmann, Wiley-VCH				

Modultitel:	<b>Physikalische Chemie II</b>
Modulnummer/-kürzel:	CHE 004 A
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: CHE 002 A
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie

Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Beherrschung weiterführender Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Physikalischen Chemie und ihre sichere Anwendung.				
Inhalt:	Kinetische Gastheorie, Formale Reaktionskinetik, Reaktionsgeschwindigkeitsgesetze, Reaktionsordnung, Kinetik heterogener Reaktionen, Chemisches Gleichgewicht Elektrochemie im Gleichgewicht, Elektrochemische Zellen, Leitfähigkeit, Ionentransport, Diffusion				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie II (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie II (Ü)			2 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Physikalische Chemie II	3	28	42	14
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie II	1	13	27	10
	Gesamtaufwand	4	41	69	24
Studien-/Prüfungsleistungen	In den Übungsgruppen besteht Anwesenheitspflicht. Die Zulassung zur Modulabschlussklausur setzt folgende erbrachte Studienleistungen voraus: Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und/oder Präsentation einzelner Übungsaufgaben. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bde 1 – 3, L. Papula, Vieweg+Teubner Mathematik für Chemiker, H. G. Zachmann, Wiley-VCH				

Modultitel:	<b>Einführung in die Technische und Makromolekulare Chemie</b>
Modulnummer/-kürzel:	CHE 007 B
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemie (LAGym): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: Modul zu Grundlagen der Allgemeinen Chemie
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.
Angestrebte Lernergebnisse:	Verständnis der Grundlagen der Technischen und Makromolekularen Chemie.
Inhalt:	Definitionen, Begrifflichkeiten & Nomenklatur im Bereich makromolekularen

	<p>Stoffe; Verwendung von Polymeren in der Gesellschaft; Einteilung von Polymeren in Klassen; Theoretische Beschreibung des polymeren Knäuels, Standardanalytik von Polymeren in Lösung, Molmasse und –verteilung. Synthese von Polymeren (Stufenwachstum und Kettenwachstum; in Lösung und in Dispersion; Katalyse), Struktur und Eigenschaften makromolekularer Stoffe, Physik von Polymeren in der festen Zustand (thermisch und mechanisch); Herstellungsverfahren &amp; Verarbeitung.                  Grundlagen: Grundoperationen - thermische Trennverfahren wie z.B. Destillation, Rektifikation, Extraktion, Gaswäsche. Technische Umsetzung im Labor und in der großtechnischen Praxis, gesellschaftliche Auswirkungen. Anwendung der Grundoperationen beispielsweise in der Chromatographie. Chemische Prozesse in Beispielen: vom Rohstoff zum Endprodukt.                  Die Vorlesung ist so aufgebaut, dass ausreichend Zeit zur Diskussion und gemeinschaftlicher Aneignung des Stoffes vorhanden ist.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Einführung in die Technische Chemie (V) b) Einführung in die Makromolekulare Chemie (V)			0,75 SWS	1,25 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Einführung in die Technische Chemie	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Einführung in die Makromolekulare Chemie	1	10	13	7
	Gesamtaufwand	2	18	32	10
		3	28	45	17
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Übungsabschluss: schriftlich ausgearbeitete Übungsaufgaben (kursbegleitend).				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	B. Tiede „Makromolekulare Chemie: Eine Einführung“ M. Brahm „Polymerchemie kompakt“				

<b>Modultitel:</b>	<b>Einführung in die Biochemie</b>
Modulnummer/-kürzel:	CHE 008
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	BSc Chemie: Pflichtmodul, Empfehlung 3. Semester BSc Molecular Life Sciences: Pflichtmodul, Empfehlung 1. Semester Lebensmittelchemie (Staatsexamen): Pflichtmodul, Empfehlung 3. Semester BSc Nanowissenschaften: Pflichtmodul, Empfehlung 3. Semester Bachelor-Teilstudiengang Chemie (LAPS, LAB, LAS): Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemie (LAGym, LAPS, LAB, LAS): Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: Modul zu Grundlagen der Allgemeinen Chemie
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie

Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Verständnis der zellulärer Strukturen, der Basisbausteine der Biochemie wie Proteine, Nukleinsäuren, Fette und Zucker sowie der grundlegenden Prinzipien der Proteine und Nukleinsäuren (Faltung, Funktion, Katalyse).				
Inhalt:	Aufbau, Struktur und katalytische Mechanismen von Proteinen; Proteintargeting; Posttranslationale Modifikationen; Enzymkinetik; Aufbau und Struktur von Nukleinsäuren, Transkription und Translation; Lipide; Membranen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Einführung in die Biochemie (V)				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Einführung in die Biochemie	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 42	PV (Std) 20
	Gesamtaufwand	3	28	42	20
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

<b>Modultitel:</b>	<b>Physikalische Chemie III</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 011				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul BSc Chemie: Pflichtmodul BSc Computing in Science, Schwerpunktfach Chemie				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlene: CHE 002 A, CHE 004 A				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Beherrschung grundlegender Kenntnisse über Quantenmechanik, chemische Bindung und Spektroskopie und ihre sichere Anwendung.				
Inhalt:	Einführung in die Quantentheorie, Photoelektrischer Effekt, Schwarzer Strahler, Welle-Teilchen-Dualismus, Schrödingergleichung, Operatoren, Eigenwerte, Teilchen im Kasten, Tunneleffekt, Quantenmechanische Oszillator- und Rotator- Modelle, Orbitale des Wasserstoffatoms, Atom- und Molekülstruktur, Chemische Bindung, Spektroskopie der Elektronen-, Rotations- und Schwingungsübergänge, Magnetische Resonanz, Auswahlregeln.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Physikalische Chemie III (V) b) Übungen zur Physikalischen Chemie III (Ü)				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Physikalische Chemie III	LP 6	P (Std) 56	S (Std) 100	PV (Std) 24
	b) Übungen zur Physikalischen Chemie III	2	26	46	18

insgesamt)	Gesamtaufwand	8	82	146	42
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel:	<b>Organische Chemie von Nanomaterialien</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 031				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 081 A				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Beherrschung weiterführender Kenntnisse der organischen Synthese, Kenntnis von Organischen Nanomaterialien sowie Modifikation von Nanomaterialien mit organischen Substanzen.				
Inhalt:	Darstellung und Eigenschaften von organisch-chemischen Nanomaterialien, Naturstoffe und deren Einsatz zum Coating von Nanomaterialien, Konjugationsreaktionen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Organisch-chemische Nanomaterialien (V) b) Übungen zu Organisch-chemischen Nanomaterialien (Ü)			3 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Organisch-chem. Nanomaterialien (V)	4,5	42	63	15
	b) Übungen zu Organisch-chemischen Nanomaterialien (Ü)	1,5	13	10	7
	Gesamtaufwand	6	55	73	22
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Physikalische Chemie, P. W. Atkins/ J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/ P. Reid, Pearson Studium				

Modultitel:	<b>Praktikum Grundlagen der Chemie</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 033				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 001 N				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Befähigung zur selbstständigen Lösung praktischer Problemstellungen sowohl anorganisch- und organisch-präparativer als auch analytischer Art sowie Verständnis der theoretischen Grundlagen. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Literaturrecherche mit chemischen Inhalten.				
Inhalt:	Einführung in das praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium anhand anorganischer und organischer Synthesebeispiele sowie Charakterisierung der Produkte.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Praktikum in Chemie (P) b) Begleitseminar zum Praktikum (S)			5,5 SWS	1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Praktikum in Chemie	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Begleitseminar zum Praktikum	5	100	40	10
	Gesamtaufwand	1	13	5	7
		6	113	45	17
Studien-/Prüfungsleistungen	Während der Sicherheitsunterweisung und dem Seminar zum Praktikum besteht Anwesenheitspflicht. Art der Prüfung: präparative Arbeiten, Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Modultitel:	<b>Nanochemie I</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 034				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die	Verbindlich: keine				

Teilnahme:	Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Erwerb von Kenntnissen und Kompetenzen aus dem Gebiet der Nanochemie und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung und Technologie.				
Inhalt:	Grundlagen der Präparation, Eigenschaften und Charakterisierung nanostrukturierter Materialien.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Nanochemie I (V) b) Übungen zur Nanochemie I (Ü)				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Nanochemie I (V)	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 50	PV (Std) 12
	b) Übungen zur Nanochemie I	1	13	10	6
	Gesamtaufwand	4	41	60	18
Studien-/Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	<b>Praktikum Nanochemie</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 035				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 001 N, CHE 033				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Befähigung zur selbstständigen Lösung praktischer Problemstellungen im Hinblick auf die Synthese nanostrukturierter Materialien sowie Verständnis der theoretischen Grundlagen. Das Modul verbindet die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Literaturrecherche) mit nanochemischen Inhalten.				
Inhalt:	Synthese nanostrukturierter Materialien, Strukturelle Charakterisierung von Nanomaterialien, Untersuchung der Materialeigenschaften, spektroskopische Verfahren.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Praktikum in Nanochemie (P) b) Begleitseminar zum Praktikum Nanochemie (S)				5 SWS 1 SWS

Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Praktikum in Nanochemie	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Begleitseminar zum Pr. Nanochemie	5	100	40	10
	Gesamtaufwand	1	13	5	7
		6	113	45	17
Studien- /Prüfungsleistungen	Während der Sicherheitsunterweisung und dem Seminar zum Praktikum besteht Anwesenheitspflicht. Art der Prüfung: präparative Arbeiten, Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				

Modultitel:	<b>Nanochemie II</b>				
Modulnummer/-kürzel:	CHE 036				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 034, CHE 035				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Chemie				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse:	Vertiefung der Kenntnisse und Kompetenzen auf dem Gebiet der Nanochemie und zugehöriger Methoden sowie ihre Anwendung in der Forschung und Technologie.				
Inhalt:	Spezielle Aspekte der Präparation, Eigenschaften und Charakterisierung nanostrukturierter Materialien.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	a) Nanochemie II (V) b) Übungen zur Nanochemie II (Ü)				2 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	a) Nanochemie I (V)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	b) Übungen zur Nanochemie I	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	1	13	10	6
		4	41	60	18
Studien- /Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

## Weitere Pflichtmodule

Modultitel:	<b>Informatik für Nanowissenschaften</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>INF-Nano</b>				
Semester	Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als Wahl- oder Ergänzungsfach.				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> keine				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus der MIN-Fakultät				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus der MIN-Fakultät				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erlernen elementarer Programmierkenntnisse in naturwissenschaftlichem Kontext</li> </ul>				
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Grundlagen von Algorithmen und Datenstrukturen, sowie Programmierparadigmen und Methoden zur Beschreibung von Ressourceneffizienz von Programmen.</li> <li>Grundlagen einer Programmiersprache, die in den Naturwissenschaften häufig angewendet wird (z.B. C/C++).</li> <li>Anwendungsbeispiele der erlernten Grundlagen auf elementare numerische Probleme in den Naturwissenschaften.</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Programmierung und Algorithmik (V)</li> <li>Übungen zu Grundlagen der Programmierung und Algorithmik (Ü)</li> </ul>			2 SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Programmierung und Algorithmik (V)</li> <li>Übungen zu Grundlagen der Programmierung und Algorithmik (Ü)</li> </ul>	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		3	28	31	31
	Gesamtaufwand	5	56	63	31
Studien-/Prüfungsleistungen	Schriftliche Modulabschlussprüfung Sprache: in der Regel Deutsch Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Literatur:	
------------	--

Modultitel:	<b>Abschlussmodul - Bachelorarbeit</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N-BA</b>				
Semester	Wintersemester, Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>B.Sc. Nanowissenschaften</li> </ul>				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Zur Bachelorarbeit kann zugelassen werden, wer mindestens 120 Leistungspunkte erworben hat.				
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.				
Lehrende:	Mitglieder der Gruppe der Hochschullehrer der Fachbereiche Physik und Chemie.				
Sprache:	Die Bachelorarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache abgefasst. Über die Wahl der Sprache ist Einvernehmen zwischen dem Betreuer und dem/der Studierenden zu erzielen. Im Zweifelsfall entscheidet der Prüfungsausschuss-Vorsitzende.				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden lernen die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens kennen und entwickeln neben der Fachkompetenz Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, der Erarbeitung, der Dokumentation und schließlich in der Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Sachverhalte.				
Inhalt:	Die Studierenden arbeiten sich in ein Forschungsthema von begrenztem Umfang ein, das nachfolgend von ihnen bearbeitet wird. Die Ergebnisse werden schriftlich und mit Hilfe von Bildern und Diagrammen anschaulich dokumentiert. Sodann werden die Ergebnisse in einem Seminarvortrag vorgestellt und in der nachfolgenden wissenschaftlichen Diskussion verteidigt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelorarbeit</li> <li>Kolloquium</li> </ul>				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelorarbeit</li> <li>Kolloquium</li> </ul>	10			
		2			
	Gesamtaufwand (davon 2 LP ABK)	12		300	60
Studien-/Prüfungsleistungen	Art der Prüfung/Modulprüfung (ggf. Teilprüfungen): schriftliche Bachelorarbeit und Kolloquium. Das Kolloquium geht zu 1/6 in die Note des Abschlussmoduls ein.				

Dauer	360 Stunden Arbeitsaufwand innerhalb von maximal 5 Monaten.
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester
Literatur:	

## ABK/Herbstschule

Modultitel:	<b>Herbstschule</b>	
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N-H</b>	
Semester	Sommersemester, Wintersemester	
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie	
Modulverantwortliche(r):	Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie	
Lehrende:	u.a. Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie	
Sprache:	Nach Maßgabe des Anbieters.	
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsames Treffen mit Studierenden von Nanowissenschaftlichen Studiengängen an anderen Hochschulen.</li> <li>• Technologiefolgenabschätzung in Bezug auf Arbeitsschutz, Gesundheit der Nutzer, Umweltverträglichkeit und Entsorgung/Recycling.</li> <li>• Umgang mit wissenschaftlicher Fachliteratur und Datenbanksystemen.</li> <li>• Wissenschaftliche Präsentationsformen.</li> <li>• Karriereplanung.</li> </ul>	
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrinhalte aus der aktuellen Forschung an der Universität Hamburg und Partneruniversitäten.</li> <li>• Jährlich wechselnde Themenschwerpunkte der Herbstschule.</li> <li>• Fachvorträge und Diskussionen über aktuelle Fragestellungen zur Folgenabscheidung von Nanomaterialien und Nanotechnologien zum Arbeitsschutz, bei der Herstellung und gesellschaftliche Aspekte bei Nutzung und Entsorgung.</li> <li>• Wissenschaftliche Fachvorträge von internationalen Rednern.</li> <li>• Einführung in die wissenschaftliche Literaturarbeit und das Erstellen wissenschaftlicher Veröffentlichungen.</li> <li>• Literatur-Projekte zum Themenschwerpunkt der Studierenden in Form von Seminararbeiten und Posterpräsentationen vor Ort.</li> <li>• Präsentation ausgewählter Bachelor-Arbeiten aus dem vorangegangenen Jahrgang.</li> </ul>	
Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorträge, Seminare in Gruppen, Poster-Präsentationen</li> </ul>	

und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>3,5 Arbeitstage über ein Wochenende zu Semesterbeginn</li> </ul>				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorträge, Seminare in Gruppen, Poster-Präsentationen</li> <li>3,5 Arbeitstage über ein Wochenende zu Semesterbeginn</li> </ul>	LP 3	P (Std) 28	S (Std) 32	PV (Std) 30
	Gesamtaufwand	3	28	32	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Referat oder Projektabschluss (Poster-Präsentation). Die Sprache der Abschlussprüfung ist Deutsch. Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Allgemeine Berufsqualifizierende Kompetenzen</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>ABK</b>				
Semester	Sommersemester, Wintersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Wahl(pflicht)modul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Modulverantwortliche(r):	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Lehrende:	u.a. Mitglieder des Lehrkörpers aus den Fachbereichen Physik und Chemie				
Sprache:	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Angestrebte Lernergebnisse	Erwerb und Festigung von grundlegenden Schlüsselkompetenzen und allgemeinen Berufsbefähigenden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Methoden, insbesondere <ul style="list-style-type: none"> <li>Computeranwendungen,</li> <li>Fremdsprachenkompetenz,</li> <li>Kommunikationsfähigkeit,</li> <li>Präsentations- und Vortragstechniken,</li> <li>Sozial- und Selbstkompetenz/Teamfähigkeit.</li> </ul>				
Inhalt:	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>ABK (V, Ü, S, P)</li> </ul>				

und Lehrformen:					2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ABK (V, Ü, S, P)</li> </ul>	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		3	28	32	30
	Gesamtaufwand (davon 3 LP ABK)	3	28	32	30
Studien- /Prüfungsleistungen	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Literatur:					

## Wahlbereich

Modultitel:	<b>Wahlbereich</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>WAHL</b>
Semester	Sommersemester, Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Nach Maßgabe des Anbieters.  Die sinnvolle inhaltliche Kombination von Modulen muss mit dem Mentor bzw. der Mentorin oder einem Studienfachberater bzw. einer Studienfachberaterinnen der Physik im Benehmen mit dem bzw. der betreffenden Studierenden vereinbart werden. Im Zweifelsfall entscheidet der bzw. die Prüfungsausschuss-Vorsitzende.
Modulverantwortliche(r):	N.N.
Lehrende:	Nach Maßgabe des Anbieters.
Sprache:	Nach Maßgabe des Anbieters.
Angestrebte Lernergebnisse	Ziel des Moduls ist es, grundsätzliche Kenntnisse in einem Fachgebiet außerhalb der Physik und Chemie zu erwerben.
Inhalt:	Es gibt keinerlei Einschränkungen bei der Wahl des Fachgebietes, die Studierenden sollen ihren Neigungen und Interessen folgen. Festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für den Wahlbereich (9 Leistungspunkte). Die Leistungspunktzahl kann durch Kombination verschiedener Module erreicht

	werden, die in einem sinnvollen Zusammenhang stehen müssen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Maßgabe des Anbieters (V, Ü, S, P)</li> </ul>				
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Maßgabe des Anbieters (V, Ü, S, P)</li> </ul>	9	...	...	...
	Gesamtaufwand	9	...	...	...
Studien-/Prüfungsleistungen	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Nach Maßgabe des Anbieters.				
Literatur:					

## Wahlpflichtmodule der Physik

Modultitel:	<b>Computational Nanoscience</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-N6</b>
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul In anderen Studiengängen: Es eignet sich als Physikalische Vertiefung im Master-Studiengang Physik M.Sc.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich</u> : keine <u>Empfohlene</u> : Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I und PHYSIK II.
Modulverantwortliche(r):	N.N.
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenntnis grundlegender Klassen physikalischer Probleme.</li> <li>Fähigkeit, physikalische Probleme in numerische Algorithmen zu übertragen.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>klassische Vielteilchen-Probleme, nichtlineare Dynamik</li> <li>Molekulardynamik</li> <li>klassische statistische Mechanik, Ising-Modell</li> <li>zeitunabhängige und zeitabhängige quantenmechanische Probleme</li> <li>Ritzsches Prinzip, Dichtefunktionaltheorie</li> <li>Exakte Diagonalisierung von Quanten-Vielteilchen- Systemen</li> <li>Renormierungsgruppen-Verfahren</li> </ul>

Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computational Nanoscience (V)</li> <li>• Übungen zu Computational Nanoscience (Ü)</li> </ul>				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computational Nanoscience (V)</li> <li>• Übungen zu Computational Nanoscience (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	8	84	94	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Die Sprache der Abschlussprüfung ist Deutsch. Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

<b>Modultitel:</b>	<b>Festkörperphysik</b>
<b>Modulnummer/-kürzel:</b>	<b>PHY-E4</b>
<b>Semester</b>	Sommersemester
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B. Sc. oder M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	N.N.
<b>Lehrende:</b>	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
<b>Sprache:</b>	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	Überblick über die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Festkörperphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.
<b>Inhalt:</b>	I. Geometrische Strukturen (statisch und dynamisch) II. Elektronensystem III. Dielektrische und optische Eigenschaften IV. Magnetische Eigenschaften

V. Supraleitung					
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik IV (V)</li> <li>Übungen zu Physik IV (Ü)</li> </ul>				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik IV (V)</li> </ul>	5	56	47	47
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übungen zu Physik IV (Ü)</li> </ul>	2	28	32	
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Kern- und Teilchenphysik</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-E5</b>
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B. Sc. oder M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.
Modulverantwortliche(r):	N.N.
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.
Angestrebte Lernergebnisse	Überblick über die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Elementarteilchen- und Kernphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>I. Einführung und Grundbegriffe</li> <li>II. Beschreibung von Teilchenprozessen</li> <li>III. Beschleuniger und Nachweismethoden</li> </ol>

	IV. Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle V. Kernreaktionen und –zerfälle VI. Teilchen, Kräfte und Symmetrien VII. Starke Wechselwirkung VIII. Elektromagnetische Wechselwirkung IX. Schwache Wechselwirkung und elektroschwache Vereinheitlichung X. Astroteilchenphysik XI. Jenseits und diesseits des Standardmodells - Ausblick				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik V (V)</li> <li>Übungen zu Physik V (Ü)</li> </ul>	4 SWS 2 SWS			
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik V (V)</li> <li>Übungen zu Physik V (Ü)</li> </ul>	5	56	47	47
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Atom-, Molekül- und Laserphysik</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-E6</b>
Semester	Sommersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B.Sc. oder M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II und PHYSIK III.
Modulverantwortliche(r):	N.N.
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in

	Englisch.				
Angestrebte Lernergebnisse	Überblick über die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Atom-, Molekül- und Laserphysik und ihre Interpretation im Rahmen theoretischer Modelle.				
Inhalt:	I. Wasserstoffatom und relativistische Korrekturen II. Atome mit mehreren Elektronen III. Atome in magnetischen und elektrischen Feldern IV. Anregung von Atomen durch elektromagnetische Strahlung, Auswahlregeln V. Atto- und Femtosekunden-Dynamik in Atomen und Molekülen VI. Lasermanipulation der Bewegung von Atomen VII. Moleküle und Molekül-Spektren VIII. Laserprinzip und Strahleigenschaften IX. Laser und optische Resonatoren X. Dynamik in Lasern und Laseranwendungen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik VI (V)</li> <li>Übungen zu Physik VI (Ü)</li> </ul>			4 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physik VI (V)</li> <li>Übungen zu Physik VI (Ü)</li> </ul>	5	56	47	47
	Gesamtaufwand	7	84	79	47
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Theoretische Mechanik und Elektrodynamik</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-T1</b>
Semester	Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften oder M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen PHYSIK I, PHYSIK II

	sowie Mathematik I und II				
Modulverantwortliche(r):	N.N.				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung in Deutsch und Englisch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erlernen verallgemeinerter Prinzipien und Formulierungen der klassischen Physik.</li> <li>Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung mechanischer Systeme im Rahmen des Lagrange-Formalismus.</li> <li>Fähigkeit zur Identifizierung von Symmetrien physikalischer Systeme.</li> <li>Verständnis der Implikation der Lorentz-Invarianz für elektromagnetische Phänomene.</li> </ul>				
Inhalt:	I. Hamiltonsches Prinzip II. Lagrange-Formalismus III. Noether Theorem IV. Zentralkraftproblem V. Kleine Schwingungen VI. Lagrange-Formalismus des elektromagnetischen Feldes VII. Elektrodynamische Potentiale VIII. Eichinvarianz IX. Lorentz-Invarianz, kovariante Schreibweise X. Homogene und inhomogene Wellengleichung				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretische Physik I (V)</li> <li>Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü)</li> </ul>			4 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretische Physik I (V)</li> <li>Übungen zu Theoretischer Physik I (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien- /Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Quantenmechanik I</b>				
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-T2</b>				
Semester	Sommersemester				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B.Sc. oder M. Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I sowie Mathematik I, II und III				
Modulverantwortliche(r):	N.N.				
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik				
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.				
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Behandlung der nichtrelativistischen Quantenmechanik.</li> <li>• Verständnis der grundsätzlichen Erweiterung physikalischer Begriffsbildung gegenüber klassischer Physik.</li> <li>• Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung quantenmechanischer Systeme.</li> </ul>				
Inhalt:	I. Hamilton-Formalismus, Poisson-Klammer II. Schrödinger-Gleichung III. Observable und Operatoren IV. Eigenwertprobleme für Operatoren V. Wahrscheinlichkeitsinterpretation und Unschärferelationen VI. eindimensionale Probleme VII. Zentralkraftproblem und Drehimpulsoperator VIII. Pauli-Gleichung mit Magnetfeld IX. Störungstheorie, Fermis Goldene Regel X. Mehrteilchensysteme, Fermi- und Bose-Vertauschungsregeln XI. Bellsche Ungleichung und verschränkte Zustände				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Physik II (V)</li> <li>• Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü)</li> </ul>				4 SWS 2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Physik II (V)</li> <li>• Übungen zu Theoretischer Physik II (Ü)</li> </ul>	6	56	62	62
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				

Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur:	

Modultitel:	<b>Statistik und Thermodynamik</b>	
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-T3</b>	
Semester	Wintersemester	
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul	
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindlich:</u> keine <u>Empfohlene:</u> Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen Theoretische Physik I, Theoretische Physik II sowie Mathematik I bis IV	
Modulverantwortliche(r):	N.N.	
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik	
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten. Fachliteratur zur Vorlesung überwiegend in Englisch.	
Angestrebte Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Behandlung der statistischen und phänomenologischen Thermodynamik und der Quantenstatistik.</li> <li>• Verständnis des Konzepts statistischer Ensemble.</li> <li>• Verständnis des Zusammenhangs zwischen klassischer Thermodynamik und statistischer Physik.</li> <li>• Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung makroskopischer Phänomene auf der Grundlage mikroskopischer Eigenschaften.</li> </ul>	
Inhalt:	I. Zustands- und Prozessgrößen II. Entropie III. Hauptsätze und Kreisprozesse IV. Thermodynamische Potentiale und Zustandsgleichungen V. Phasengleichgewichte VI. Reine und gemischte Zustände, Ensemble VII. Dichteoperator, Liouville-Gleichung VIII. Gleichgewichtsverteilungen IX. Gleichverteilungssatz und Virialsatz X. Ideale Fermi- und Bosegase, Spinsysteme XI. Fluktuationen, Ausgleichsvorgänge, Onsager-Relationen	
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Physik III (V)</li> <li>• Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü)</li> </ul>	4 SWS 2 SWS

Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theoretische Physik III (V)</li> <li>Übungen zu Theoretischer Physik III (Ü)</li> </ul>	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		6	56	62	62
	Gesamtaufwand	9	84	124	62
Studien-/Prüfungsleistungen	Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur:					

Modultitel:	<b>Proseminare</b>
Modulnummer/-kürzel:	<b>PHY-PS</b>
Semester	Sommersemester, Wintersemester
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul In anderen Studiengängen: es eignet sich als physikalisches Ergänzungs- oder Wahlfach.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<u>Verbindliche</u> Voraussetzungen: nach Vorgabe des durchführenden Hochschullehrers / der durchführenden Hochschullehrerin. <u>Empfohlene</u> Voraussetzungen: nach Vorgabe des durchführenden Hochschullehrers / der durchführenden Hochschullehrerin.
Modulverantwortliche(r):	N.N.
Lehrende:	Mitglieder des Lehrkörpers aus dem Fachbereich Physik.
Sprache:	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch. Fachliteratur zum Proseminar überwiegend in Englisch.
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden erlernen <ul style="list-style-type: none"> <li>Das selbständige Erarbeiten eines wissenschaftlichen Textes mit physikalischem Inhalt.</li> <li>Die systematische Suche nach relevanter Literatur.</li> <li>Die strukturierte mündliche und ggf. schriftliche Präsentation auch anspruchsvoller physikalischer Sachverhalte.</li> </ul> Ferner <ul style="list-style-type: none"> <li>vertiefen sie ihre Kenntnisse von Vortragstechniken und lernen, unterschiedliche Medien einander ergänzend einzusetzen.</li> <li>stärken sie ihre mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit im</li> </ul>

	Rahmen einer fachlichen Diskussion und einer schriftlichen Ausarbeitung. <ul style="list-style-type: none"> <li>Schulung der Kritikfähigkeit.</li> </ul>				
Inhalt:	Proseminare werden zu unterschiedlichen Themengebieten der Physik angeboten. Sie geben in der Regel erste Einblicke in die Thematik der Forschungsschwerpunkte des Departments Physik. Ein physikalisches Thema ist von den Studierenden zu erarbeiten und den Teilnehmern des Proseminars in einem Vortrag vor- zustellen. Die Studierenden werden bei der Erarbeitung des Themas, der Vortragsvorbereitung und dem Verfassen der Ausarbeitung intensiv betreut. Die Teilnehmer beteiligen sich aktiv an einer fachlichen Diskussion. Von der Physik angebotene Seminare werden als Proseminare anerkannt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proseminar (S)</li> </ul>				2 SWS
Arbeitsaufwand* (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proseminar 1 (S)</li> </ul>	3	28	32	30
	Gesamtaufwand (davon 6 LP ABK)	6	28	32	30
Studien- /Prüfungsleistungen	Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die aktive Teilnahme an der fachlichen Diskussion voraus. Die Modulprüfung erfolgt in der Regel in deutscher Sprache. Sie besteht in der Regel aus einem Referat und einer schriftlichen Ausarbeitung des vorgegebenen Themas. Die genauen Kriterien zur Zulassung zur Modulprüfung sowie ggf. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester				
Literatur:					

## Wahlpflichtmodule der Chemie

<b>Modultitel</b>	<b>Anorganische Chemie II</b>
Modulnummer/-kürzel	CHE 010
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: CHE 001 und CHE 006
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. M. Fröba
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Angestrebte	Verständnis der Grundlagen der Festkörperchemie, der Stoff- und

Lernergebnisse	Materialchemie sowie der instrumentellen Festkörperanalytik.				
Inhalt	Syntheseverfahren von Festkörpern, nanostrukturierten und porösen Materialien, Festkörperstrukturen, Bindungstypen in Festkörpern, Vertiefung der Stoffchemie für Metall- und Nichtmetallverbindungen, Anwendungen von Festkörpern in der Technik. Instrumentelle Festkörperanalytik: Röntgenbeugung, Elektronenmikroskopie, Thermoanalyse, Gassorption, Schwingungsspektroskopie				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie II (V) b) Übungen zur Anorganischer Chemie II (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Anorganische Chemie II	4,5	42	74	19
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie II	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

<b>Modultitel</b>	<b>Grundpraktikum in Organischer Chemie</b>
Modulnummer/-kürzel	CHE 014 L
Verwendbarkeit	Bachelor-Teilstudiengang Chemie (LAGym): Pflichtmodul 5. Semester, Empfehlung 3. Semester Bachelor-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Pflichtmodul, Empfehlung 3. Semester
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Modul CHE 005 (OC I) Empfohlen: Modul CHE 001 L (Grundlagen d. Allg. u. Anorg. Chemie)
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. B. Meyer
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch
Angestrebte Lernergebnisse	Erwerb praktischer Fähigkeiten und Fertigkeiten beim organisch-präparativen Arbeiten unter Berücksichtigung der Anwendung der Arbeits- und Sicherheitsvorschriften, Beherrschung von analytischen Methoden und wissenschaftlicher Dokumentation sowie die Vertiefung von theoretischen Kenntnissen aus dem Stoffgebiet der Organischen Chemie. Erwerb von Schlüsselqualifikationen (insbesondere Methodenkompetenz, Kompetenz in Arbeitsplanung, Sozialkompetenz/Teamarbeit, Befähigung zur Erstellung von Protokollen unter der Verwendung chemie-spezifischer Software, Beherrschung der Literaturrecherche) in Verbindung mit dem Erwerb von fachlichem Wissen.
Inhalt	Organisch chemische Reaktionen wie Additionsreaktionen, Substitutionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen, Redoxreaktionen, Umlagerungsreaktionen sowie C-C- und C Heteroatomverknüpfungen. Verfahren zur Trennung, Reinigung und Trocknung wie Destillation, Kristallisation, Umkristallisation, Extraktion, Dünnschicht- und Säulenchromatographie. Analytische Methoden wie IR- und NMR-Spektroskopie

Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Einf. in die organisch-chemische Labortechnik (V) b) Grundpraktikum in Organischer Chemie (P)				0,5 SWS 5,5 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Einf. in die organ.-chem. Labortechnik	0,5	15		
	b) Grundpraktikum in Organischer Chemie	5,5	120	45	
	Gesamtaufwand	6	135	45	
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Vor Beginn der praktischen Arbeiten werden grundlegende Kenntnisse der Sicherheitsunterweisung und der organisch-chemischen Labortechnik überprüft. Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Praktikumsabschluss (präparative Arbeiten, Kolloquien, Testate der Praktikumsprotokolle). Das Modul wird mit bestanden / nicht bestanden gewertet und geht nicht in die Berechnung der Fachnote ein.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				
Literatur	Organikum Organische Chemie, z.B. Vollhardt, Bruice				

<b>Modultitel</b>	<b>Anorganische Chemie III</b>				
Modulnummer/-kürzel	CHE 016				
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module 001 bis 006 sowie Module 009 bis 011				
Modulverantwortlich(r)	Prof. Dr. J. Heck				
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Es soll ein vertieftes Verständnis der Komplex- und Molekülchemie sowie der Hauptgruppen-Organometallchemie erworben werden.				
Inhalt	Koordinationschemie, Molekülchemie der Nichtmetalle, Organometallchemie der Hauptgruppen- und Übergangsmetalle, Synthesen und Anwendungen, Katalysezyklen, Struktur und davon abgeleitete Eigenschaften: Spektroskopie (IR, NMR, UV/vis), Elektro-, Photo- und Magnetochemie und zugehörige analytische Methoden				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Anorganische Chemie III (V) b) Übungen zur Anorganischer Chemie III (Ü)				3 SWS 1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Anorganische Chemie III	4,5	42	70	22
	b) Übungen zur Anorganischen Chemie III	1,5	14	24	8
	Gesamtaufwand	6	56	94	30
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester				

Literatur	Housecroft, Sharpe, Anorganische Chemie Elschenbroich, Organometallchemie Miessler, Tarr, Inorganic Chemistry Gispert, Coordination Chemistry Albright, Burdett, Whangbo, Orbital Interactions in Chemistry
-----------	---

Modultitel	Rechtskunde und Toxikologie				
Modulnummer/-kürzel	CHE 018				
Verwendbarkeit	BSc Chemie: Pflichtmodul, Empfehlung 5. Semester Bachelor-Teilstudiengang Chemie (LAPS, LAB und LAS): Wahlpflichtmodul BA-Studiengänge mit Nebenfach Chemie: Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemie (LAGym, LAPS, LAB, LAS): Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module CHE 001 und 005 oder vergleichbare Module				
Modulverantwortliche(r)	Dr. F. Meyberg				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Erwerb des Sachkundenachweises gemäß § 5 ChemVerbotsV, Erwerb von Rechtsgrundlagen, die für die Praxis im Studium und Beruf unumgänglich sind sowie von Grundkenntnissen aus dem Bereich der Toxikologie.				
Inhalt	Allgemeine Rechtskunde, Gefahrstoffrecht, Pflanzenschutz-/Biozidrecht, allgemeine und spezielle Toxikologie einschließlich Verständnis von Wirkungsmechanismen toxischer Substanzen Rechtskunde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basis aus dem Allgemeinen Recht</li> <li>• Rechtshierarchie</li> <li>• Aktuelles europäisches und deutsches Chemikalien- und Gefahrstoffrecht</li> <li>• Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen</li> <li>• Toxikologische Begriffe und Vorschriften im Gefahrstoffrecht</li> <li>• Rechtsregeln und Hilfsmittel zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen, Gefährdungsbeurteilung und Gefahrenabwehr.</li> <li>• Aktuelle Beispiele der Eigenschaften und Wirkungen einiger gefährlicher, bedeutender Einzelstoffe und Stoffgruppen</li> </ul> Toxikologie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxikokinetik</li> <li>• Metabolismus</li> <li>• Kanzerogenese</li> <li>• Schädigungsmechanismen</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Rechtskunde für Chemiker (V ) b) Toxikologie für Chemiker (V)			1 SWS 1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)	
	a) Rechtskunde für Chemiker	1,5	14	21	10
	b) Toxikologie für Chemiker	1,5	14	21	10
Gesamtaufwand		3	28	42	20

Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.
Dauer	1 Semester
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Wintersemester

Modultitel	Biochemie - Vorlesungsmodul				
Modulnummer/-kürzel	CHE 021 A				
Verwendbarkeit	BSc Computing in Science, Schwerpunktfach Biochemie: Pflichtmodul, Empfehlung 4. Semester BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Chemie: Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 008				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. R. Bredehorst, Prof. Dr. U. Hahn				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden beherrschen allgemeine Bausteine der Biochemie wie Proteine und Nukleinsäuren in Struktur und Funktion sowie zelluläre Strukturen.				
Inhalt	In der Vorlesung Biochemie werden Aufbau, Struktur und katalytische Mechanismen von Proteinen dargestellt. Ausgewählte Proteine (Hämoglobin, Membranpumpen und Kanäle) werden bezüglich ihrer Struktur und Funktion detailliert behandelt. Die zelluläre Koordination wird an Beispielen wie Proteintargeting und -Abbau, Glykosylierung, Signaltransduktion und die molekulare Physiologie an Beispielen wie Muskelaufbau, Immunsystem und Sensorische Systeme (Gehör, Geruch, Geschmack) dargestellt. Außerdem werden Aufbau und Struktur von Nukleinsäuren, Replikation, Transkription und Translation, Rekombinante DNA-Technologien und Regulation der Genexpression behandelt. In der Vorlesung Biochemische Analytik werden moderne Methoden zur Proteinreinigung und Analytik, rekombinante DNA-Technologien und Expressionssysteme vorgestellt.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemie/Molekularbiologie (V) b) Biochemische Analytik (S)			2 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemie/Molekularbiologie	3	28	42	20
	b) Biochemische Analytik	3	28	42	20
	Gesamtaufwand	6	56	84	40
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag

<b>Modultitel</b>		<b>Biochemie - Praktikumsmodul</b>			
Modulnummer/-kürzel	CHE 021 B				
Verwendbarkeit	BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Chemie: Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 008, CHE 021 A				
Modulverantwortliche(r)	Dr. P. Ziegelmüller				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden lernen die modernen Methoden der Proteinanalytik und der Molekularbiologie kennen und erlangen die Befähigung zur Lösung praktischer Problemstellungen der Biochemie und Molekularbiologie.				
Inhalt	Es werden moderne Methoden der Proteinreinigung und Analytik (SDS-PAGE, Western-Blot, ELISA) sowie der Molekularbiologie (PCR, Southern-Blot, Klonierung, Mutagenese) praktisch angewendet.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Biochemisches Praktikum (P) Das Praktikum wird während der Vorlesungszeit oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Es kann im Sommer- oder Wintersemester durchgeführt werden. Es findet an 18 Tagen zu je 6 Stunden statt.			5 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Biochemisches Praktikum	6	108	34	38
	Gesamtaufwand (davon 2 LP ABK-Anteil)	6	108	34	38
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Praktikumsabschluss (Testate auf vier Protokolle und zwei mündliche Zwischenprüfungen). Art der Modulprüfung: Mündliche Prüfung				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommer- und Wintersemester				
Literatur	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J. M. Berg, L.Stryer, J. L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D. J. Voet, J. G. Voet, C. W. Pratt, Wiley-VCH				

	Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag
--	---

<b>Modul-Titel</b>	<b>Makromolekulare Chemie</b>				
Modulnummer/-kürzel	CHE 022 A				
Verwendbarkeit	BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul BSc Chemie: Wahlmodul Msc Chemie: Wahlpflichtmodul Master-Teilstudiengang Chemotechnik (LAB): Pflichtmodul, Empfehlung 2. Semester				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 007, CHE 005, CHE 002				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. G. Luinstra				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Weiterführende Kenntnisse zum Verständnis der Makromolekularen Chemie in der Synthese und Eigenschaften, bzw. Verarbeitung von Polymeren.				
Inhalt	Es werden die erweiterten Grundlagen der Makromolekularen Chemie vermittelt, mit Schwerpunkten einerseits auf der Synthese von Polymeren (Reaktionsführung, Kinetik, Molmassenverteilung) und andererseits auf der Charakterisierung in Lösung (Knäueldimensionen, Thermodynamik) und in der festen Phase/Schmelze (rheologisch, thermisch, mechanisch). Diverse Polyreaktionen und die jeweiligen Mechanismen werden behandelt, und die Konzepte der Viskoelastizität vertieft. Hierbei werden Polymere, die z.B. in Form von Folien, Fasern, Lacken und Klebstoffen im Alltag Verwendung finden, und funktionale Polymere, wie sie z.B. in der Medizin verwendet werden, exemplarisch beleuchtet.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Makromolekulare Chemie (V) b) Übungen zur Makromolekularen Chemie (Ü)			3 SWS 1 SW	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	a) Makromolekulare Chemie	LP 4,5	P (Std) 42	S (Std) 74	PV (Std) 19
	b) Übungen zur Makromole. Chemie	1,5	13	23	9
	Gesamtaufwand	6	55	97	28
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur 1. Modulteilprüfung: Keine Art der Modulprüfung: Klausur				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	R.J. Young, P.A. Lovell „Introduction to Polymers“				

<b>Modultitel</b>	<b>Quantenchemie I</b>
Modulnummer/-kürzel	CHE 134
Verwendbarkeit	MSc Chemie: Wahlpflichtmodul BSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul

	MSc Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Keine Empfohlen: Modul CHE 011				
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. C. Herrmann				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. Deutsch				
Angestrebte Lernergebnisse	Solides Grundwissen theoretische Chemie und Quantenchemie, insbesondere Hartree-Fock-Theorie.				
Inhalt	<p>1) Grundlagen der Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operatoren und Observablen, Erwartungswerte, zeitabhängige und zeitunabhängige Schrödingergleichung</li> <li>- Konstruktion des Hamiltonoperators für Moleküle</li> <li>- Born–Oppenheimer-Näherung</li> <li>- Pauli-Prinzip</li> <li>- Näherungsansätze für die Wellenfunktion (Hartree-Produkt, Slaterdeterminante, Spin- und Raumorbitale)</li> <li>- Interpretation der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte - Variationsprinzip</li> <li>- Störungstheorie</li> <li>- Atomare Einheiten</li> </ul> <p>2) Mathematische Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vektoren</li> <li>- Matrizen</li> <li>- Determinanten - Unitäre Transformationen</li> <li>- Eigenwertgleichungen</li> <li>- Lineare Operatoren</li> </ul> <p>3) Hartree–Fock-Theorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition von Slater-Determinanten über den Antisymmetrisierungs-operator</li> <li>- Erwartungswerte und Matrixelemente von Ein- und Zweiteilchenoperatoren für Slaterdeterminanten (insbesondere Energieerwartungswert)</li> <li>- Coulomb- und Austauschintegrale</li> <li>- Coulomb-, Austausch- und Fock-Operator</li> <li>- Ableitung des Hartree–Fock-Gleichungen anhand des Variationsprinzips</li> <li>- Invarianz von Erwartungswerten unter unitären Transformationen der Orbitale</li> <li>- Koopmans Theorem</li> <li>- Brillouin-Theorem</li> <li>- Hartree–Fock-Theorie für Closed-Shell-Systeme (Restricted Hartree–Fock (RHF))</li> <li>- Hartree–Fock-Gleichungen in Basisdarstellung - Dichtematrix</li> <li>- Fockmatrix - Symmetrische Orthogonalisierung der Basis</li> <li>- Self-Consistent-Field-Algorithmus</li> <li>- Moleküleigenschaften aus Hartree–Fock-Theorie in Basisdarstellung; Populationsanalyse</li> <li>- Hartree–Fock-Theorie für Open-Shell-Systeme (Unrestricted Hartree–Fock (UHF))</li> <li>- Basissätze in praktischen quantenchemischen Berechnungen</li> </ul> <p>4) Einführung Moller-Plesset-Störungstheorie und Dichtefunktionaltheorie (DFT)</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	a) Quantenchemie I (V) b) Übungen zur Quantenchemie I (Ü)			2 SWS 2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	a) Quantenchemie I	3	28	50	12

insgesamt)	b) Übungen zur Quantenchemie I	3	28	50	12
	Gesamtaufwand	6	56	100	24
Voraussetzungen für Teilnahme an und Art der Studien- und Prüfungsleistungen	Voraussetzungen zur Modulprüfung: Keine. Art der Modulprüfung: Klausur.				
Dauer	1 Semester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester				
Literatur	Jens Reinhold, „Quantentheorie der Moleküle“, Vieweg + Teubner 3. Aufl 2006; , Attila Szabo und Neil S. Ostlund, „Modern Quantum Chemistry“, Dover 1996.				