



# Bachelor of Sc. Nanoscience PO 2023

Modulhandbuch  
Stand November 2023

**Ansprechpartner:**

Frau Jutta Gutser-Bleuel  
Fachbereich Chemie  
Telefon 07533/88-2816  
Email [jutta.gutser-bleuel@uni.kn](mailto:jutta.gutser-bleuel@uni.kn)

– [chemie.uni.kn](http://chemie.uni.kn)

# Inhalt

Qualifikationsziele	3
Verwendete Abkürzungen	4
Pflichtmodul 1: Allgemeine und Anorganische Chemie	5
1.1 Allgemeine Chemie	5
1.2 Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie	6
Pflichtmodul 2: Physik	7
2.1 Integrierter Kurs Physik 1: Mechanik	7
2.2 Integrierter Kurs Physik 2: Elektrostatik und -dynamik	9
2.3 Integrierter Kurs Physik 3: Optik, Thermodynamik	10
Pflichtmodul 3: Mathematik	12
3.1: Mathematik für den Studiengang Physik 1	12
3.2: Mathematik für den Studiengang Physik 2	13
3.3: Mathematik für den Studiengang Physik 3	14
Pflichtmodul 4: Anorganische Chemie	15
<b>4.1 Molekülchemie der Hauptgruppenelemente</b>	15
<b>4.2 Festkörper-Koordinationschemie</b>	16
<b>4.3 Element- und Festkörperchemie der Hauptgruppenelemente</b>	16
Pflichtmodul 5: Organische Chemie	18
<b>5.1 Organische Verbindungen</b>	18
<b>5.2 Grundpraktikum Organische Chemie</b>	19
Pflichtmodul 6: Physikalische Chemie	20
6.1 Quantenchemie	20
6.2 Praktikum Physik und Physikalische Chemie I	21
6.3 Praktikum Physik und Physikalische Chemie II	21
6.4 Molekülspektroskopie	22
Pflichtmodul 7: Festkörperchemie und -physik	24
<b>7.1 Solid State Synthesis I</b>	24
<b>7.2 Festkörperphysik</b>	24
<b>7.3 Kristallographie</b>	25
<b>Wahlpflichtmodul 8: Aspekte der Nanowissenschaften</b>	26

8.1 Physikalische Chemie der Polmere	26
8.2 Synthese und Materialeigenschaften von Polymeren	27
8.3 Praktikum Synthese und Materialeigenschaften von Polymeren	28
8.4 Kolloidchemie	28
8.5 Praktikum Kolloidchemie	29
8.6 Solid State Synthesis II	29
8.7 Praktikum Solid State Synthesis	30
8.8 Elektrochemie	30
8.9 Intermolekulare Wechselwirkungen	31
8.10 Theoretische Chemie	31
8.11 Praktikum Molekülspektroskopie	32
8.12 Advanced Data and Information Literacy Track (ADILT)	32
8.13 Computerphysik I	33
8.14 Computerphysik II	34
8.15 Mess- und Steuertechnik	35
8.16 Laserphysik und Nichtlineare Optik	35
8.17 Halbleiterphysik	36
Pflichtmodul 9: Fortgeschrittenen Praktikum Nanoscience	38
Pflichtmodul 10: Schlüsselqualifikationen	39
Pflichtmodul 11: Abschlussmodul	40
<b>11.1 Wissenschaftliches Arbeiten</b>	40
<b>11.2 Präsentation Bachelorarbeit</b>	40
<b>11.3 Bachelorarbeit</b>	41

## Qualifikationsziele

### **Bachelor of Science Nanoscience**

Im Studiengang Nanoscience werden grundlegende Fähigkeiten im Bereich der Herstellung und Untersuchung von Materialien sowie ein tiefgreifendes Verständnis ihrer Eigenschaften und Funktionsprinzipien vermittelt. Dies erfordert den Erwerb detaillierter Kenntnisse aus Chemie und Physik. Der Studiengang richtet sich damit an naturwissenschaftlich begabte Abiturienten mit einem Interesse an der Kombination von kreativer praktischer Tätigkeit auf der Grundlage von grundlegender chemisch-physikalischer Erkenntnis.

Neben der Vermittlung theoretischer Kenntnisse nimmt die praktische Ausbildung im Labor einen großen Platz ein. In Studium erlernt man die theoretischen Grundlagen auf deren Kenntnis die praktischen Tätigkeiten aufbauen. Den Student\*innen werden damit Fähigkeiten im Bereich der Problemlösung vermittelt, die auch in angrenzenden Disziplinen angewendet werden können. Die rein fachliche Ausbildung wird dafür auch durch die Vermittlung allgemeiner Konzepte des wissenschaftlichen Arbeitens, der Datenverarbeitung und -analyse, sowie der Präsentation von wissenschaftlichen Ergebnissen ergänzt.

An der Grenze zwischen Chemie und Physik angesiedelt, besitzt der Studiengang Nanoscience interdisziplinären Charakter. Die Schwerpunkte liegen dabei auf der Erarbeitung einerseits fundierter, theoretischer Grundlagen für das Verständnis von Materialeigenschaften und andererseits der praktischen Fertigkeiten für die Herstellung und Charakterisierung moderner Materialien. Der Studiengang folgt damit dem Konzept der Vermittlung einer soliden, breiten Ausbildung mit einem gleichzeitig klaren Profil der Ausrichtung. Die Veranstaltungen im Studiengang Nanoscience finden zum Teil gemeinsam mit den Student\*innen der Bachelorstudiengänge Chemie und Physik statt. Insbesondere im sehr großen Wahlpflichtbereich werden auch durch spezielle Veranstaltungen für Nanoscience angeboten.

Im Rahmen des Curriculums werden zunächst Grundlagen im Bereich der Chemie, der Physik und der Mathematik gelegt (Semester 1-3). Da diese die Voraussetzung für die weiterführenden Veranstaltungen sind, ist die Einhaltung der Reihenfolge der Module wichtig. Ab dem 4. Semester werden neben wenigen Pflichtveranstaltungen sehr große Wahlbereiche angeboten, die den Student\*innen erlauben Schwerpunkte in ihrer Ausbildung zu setzen.

Der Studiengang Nanoscience ist als konsekutiver Bachelor-Masterstudiengang konzipiert. Die Student\*innen Bachelorabschluss Nanoscience haben also die Möglichkeit, ein Masterstudium in diesem Bereich anzuschließen. Daneben bietet ein Bachelorabschluss in Nanoscience aber auch ganz allgemein eine hervorragende Grundlage für weiterführende Studien im Bereich von Chemie, Physik und Biophysik.

## **Verwendete Abkürzungen**

V Vorlesung

Ü Übung

S Seminar

P Praktikum (Angaben jeweils in Verbindung mit der Zahl der Semesterwochenstunden)

Cr ECTS-Credits

K Klausur

PL Prüfungsleistung (in der Regel schließen Vorlesungen mit einer Klausur ab und Praktika werden benotet)

StL Studienleistung (Studienleistungen gehen nicht in die Berechnung der Gesamtnote ein)

**Pflichtmodul 1: Allgemeine und Anorganische Chemie****Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Nanoscience

**Credits** 13 Credits**Dauer** ein Semester**Anteil des Moduls an der Gesamtnote** 6,6 %**Modulnote** Die Modulnote ergibt sich zu zwei Dritteln aus der Note der Klausur und zu einem Drittel aus der Praktikumsnote. Die Klausur umfasst die Vorlesung Allgemeine Chemie und das Seminar zum Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie. Die Prüfungsleistung ist Teil der Orientierungsprüfung.**Teilmodule** 1.1 Allgemeine Chemie (Prüfungsleistung)  
1.2 Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie (Prüfungsleistung)**Qualifikationsziele** In diesem Einführungskurs machen die Studierenden sich mit grundlegenden Methoden und Konzepten der Chemie vertraut und erwerben die erforderlichen Grundkenntnisse für die praktische Arbeit im Labor. Sie gewinnen eine erste Übersicht über die wichtigsten Verbindungstypen vor allem der metallischen Elemente und über deren Reaktionsverhalten. Sie erwerben Kenntnisse über die hiermit zusammenhängenden technischen Prozesse. Die Studierenden lernen ferner, das unterschiedliche Fällungs-, Redox-, und Komplexbildungs-Verhalten verschiedener Metallionen bei den gleichzeitig zu bearbeitenden qualitativen Analyseaufgaben auch praktisch anzuwenden.**1.1 Allgemeine Chemie****Dozent/in** Prof. Dr. Stefan Mecking**Lehrinhalte** Chemische Reaktionen und stöchiometrische Gesetze, Atomarer Aufbau der Materie, Ideales Gasgesetz, Relative und absolute Atom- und Molekülmassen, Atomaufbau und Kernumwandlungen, Energieumsatz chemischer Reaktionen, Triebkraft chemischer Reaktionen, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt, Säure-Base-Reaktionen, Komplexbildungsgleichgewichte und gekoppelte Gleichgewichte, Redoxgleichgewichte und Oxidationszahlen, Reaktionskinetik und Katalysatoren, Bohr'sches Atommodell, Quantenmechanisches Atommodell, Elektronenkonfiguration und Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente, Periodische Eigenschaften der Elemente, Ionische Bindung, Kovalente Bindung: MO-Theorie, Metallische Bindung, Elektronegativität und Dipolmoment, Hybridorbitale und die räumliche Struktur von Molekülen, Valenzstrichformeln**Lehrform/SWS** Vorlesung 3 SWS, Übungen 2 SWS**Arbeitsaufwand** Präsenzzeit 14 x 5 h = 70 h

Vor- und Nachbereitung 70 h

Klausurvorbereitung 30 h

Σ 170 h

<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur, darin 1/2 der Aufgaben zu dieser Modul-Einheit.
<b>Voraussetzungen</b>	keine
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	1
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## 1.2 Praktikum Anorganisch-Analytische Chemie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Stefan Mecking, Dr. Inigo Göttker	
<b>Lernziele</b>	Erlernen grundlegender chemischer Operationen; Durchführung von Analysen nach Vorschrift; Beobachtung und Dokumentation des Experiments; Erkennen der Zusammenhänge zur Theorie; Verstehen und Vermeiden von Störungen; Ermittlung von Lösungsansätzen für Störungen; Selbständige Planung der Analysen und Zeitabläufe; Erfahrungsaustausch mit Kommilitoninnen und Kommilitonen.	
<b>Lehrinhalte</b>	Einführung in die Laborpraxis (Sicherheit im Labor, Protokollführung, Benutzung der Waagen und Geräte) • 4 volumetrische Analysen • 2 gravimetrische und 1 elektrogravimetrische Analyse • 5 qualitative Anionen- und Kationen-Analysen.	
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 7 SWS, Seminar 2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Seminar 15 x 2 h =	28 h
	Vor- und Nachbereitung	28 h
	Praktikum 32 x 6 h	192 h
	<u>Klausurvorbereitung (Praktikumsteil)</u>	<u>30 h</u>
		Σ 278 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	7 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur, darin 1/2 der Aufgaben zu dieser Modul-Einheit. Bewertung der qualitativen (5) und quantitativen (7) Analysen und drei Kolloquien im Praktikum.	
<b>Voraussetzungen</b>	keine	
<b>Sprache</b>	deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	1	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung	

## Pflichtmodul 2: Physik

**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**  
Bachelor Physik und Nanoscience

<b>Credits</b>	26
<b>Dauer</b>	drei Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	13,3 %
<b>Modulnote</b>	In die Modulnote gehen die Noten der Prüfungsleistungen jeweils gewichtet nach ihren ECTS-Credits ein. Jede Prüfungsleistung muss separat bestanden sein. Die Prüfungsleistung für den Integrierten Kurs I oder II sind Teil der Orientierungsprüfung.
<b>Teilmodule</b>	2.1 Integrierter Kurs Physik 1: Mechanik (PL) 2.2 Integrierter Kurs Physik 2: Elektrostatik und –dynamik (PL) 2.3 Integrierter Kurs Physik 3: Optik, Thermodynamik (PL)

### 2.1 Integrierter Kurs Physik 1: Mechanik

<b>Lehrinhalte</b>	<u>math. Grundlagen:</u> Vektoralgebra und Vektoranalysis, komplexe Zahlen, Differentialgleichungen, Integralrechnung <u>Mechanik:</u> Mechanik des Massenpunktes, Newtonsche Axiome, einfache eindimensionale Systeme, Energie und Potenzial, Keplersche Gesetze, Planetenbewegungen, harmonischer Oszillator, Bewegung in drei Dimensionen, Erhaltungssätze in Mehrteilchensystemen, Stoßgesetze, Dynamik starrer ausgedehnter Körper
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erklären. Dazu gehört das Erläutern des theoretischen Hintergrundes von vorgeführten Experimenten sowie deren Ausgang. Sie können einfache unbekannte Aufgaben der Mechanik eigenständig bearbeiten. Dazu stellen sie Bewegungsgleichungen auf und lösen sie durch bekannte Verfahren, erkennen die in einem System wirkenden Kräfte, greifen auf Erhaltungsgrößen und geeignete Darstellungen in kartesischen bzw. Polarkoordinaten zurück und idealisieren und nähern Systeme auf geeignete Weise. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die gelernten mathematischen Methoden für vektorielle Größen und Felder in unbekanntem Aufgaben anzuwenden. Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel

tel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden

<b>Lernziele</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie können ihr erlerntes Wissen auf einfache Aufgaben anwenden und diese selbstständig lösen. Insbesondere erkennen sie hydrodynamische und hydrostatische Phänomene im Alltag und können diese mit den erlernten Theorien erklären.</p> <p>Sie sind in der Lage die Begriffe Spannung, Strom und Potential voneinander abzugrenzen und die Beziehungen dieser Begriffe untereinander darzustellen. Quantitative Vorhersagen über das Verhalten elektrischer Schaltungen für Gleich- und Wechselstrom sind ihnen mit Hilfe geeigneter Formeln möglich. Sie können die Felder einfacher Anordnungen von Ladungen bzw. Strompfaden berechnen und kennen den Unterschied zwischen Nah- und Fernfeld. Sie können den Ursprung von permanenten und durch Elektromagnete erzeugten Feldern erklären und die Feldverteilung sowie den Einfluss von Materie auf das Feld erklären. Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von elektrischen und magnetischen Feldern sowie ihre Wechselwirkung mit Materie können von ihnen erklärt werden.</p> <p>Sie kennen die Wirkung veränderlicher magnetischer und elektrischer Felder und die damit verknüpften Phänomene und Anwendungen. Einfache Rechnungen, auch unter Zuhilfenahme komplexer Größen, können sie selbstständig ausführen.</p> <p>Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematischen Methoden.</p>
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 5 SWS, Übungen 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	105 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbereitung (9h pro Woche); 30 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	9 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	keine
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	1

Pflicht/Wahlpflicht

Pflichtveranstaltung

## 2.2 Integrierter Kurs Physik 2: Elektrostatik und -dynamik

### Lehrinhalte

**Hydrostatik und -dynamik:** laminare Strömungen, Strömungsgleichungen (Euler-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung)

**Elektro- und Magnetostatik:** Coulomb-Gesetz, Feld, Potential, Gaußsches Gesetz, Poissongleichung, Dipol, Multipole; elektrischer Strom, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln; Grundlagen der Magnetostatik, Lorentzkraft, Biot-Savart-Gesetz, Amperesches Gesetz, Materie im Magnetfeld

**Elektrodynamik:** Maxwellsche Gleichungen, Induktionsgesetz, Lenzsche Regel, elektrische Anwendungen, elektromagnetische Schwingungen, Schwingkreis, gedämpfte elektromagnetische Schwingung, Hertzscher Dipol

**math. Grundlagen:** Rotation und Divergenz von Vektorfeldern, Satz von Gauss, Satz von Stokes

### Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie können ihr erlerntes Wissen auf einfache Aufgaben anwenden und diese selbstständig lösen. Insbesondere erkennen sie hydrodynamische und hydrostatische Phänomene im Alltag und können diese mit den erlernten Theorien erklären.

Sie sind in der Lage die Begriffe Spannung, Strom und Potential voneinander abzugrenzen und die Beziehungen dieser Begriffe untereinander darzustellen. Quantitative Vorhersagen über das Verhalten elektrischer Schaltungen für Gleich- und Wechselstrom sind ihnen mit Hilfe geeigneter Formeln möglich. Sie können die Felder einfacher Anordnungen von Ladungen bzw. Strompfaden berechnen und kennen den Unterschied zwischen Nah- und Fernfeld. Sie können den Ursprung von permanenten und durch Elektromagnete erzeugten Feldern erklären und die Feldverteilung sowie den Einfluss von Materie auf das Feld erklären. Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von elektrischen und magnetischen Feldern sowie Ihre Wechselwirkung mit Materie können von ihnen erklärt werden.

Sie kennen die Wirkung veränderlicher magnetischer und elektrischer Felder und die damit verknüpften Phänomene und Anwendungen. Einfache Rechnungen, auch unter Zuhilfenahme komplexer Größen, können sie selbstständig ausführen.

Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematischen Methoden.

<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 5 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	105 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbereitung (9h pro Woche); 30 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	9 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	Integrierter Kurs 1 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Sommersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	2
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

### 2.3 Integrierter Kurs Physik 3: Optik, Thermodynamik

<b>Lehrinhalte</b>	<p><b>Optik:</b> Licht als elektromagnetische Welle, Polarisation, klassische Modelle der Licht-Materie-Wechselwirkung, Brechungsindex und Dispersion, geometrische Optik, Wellenoptik, Interferenz, Beugung, Streuung</p> <p><b>Thermodynamik:</b> Grundgrößen der Thermodynamik (Energie, Entropie, Temperatur, Druck, Volumen, Teilchenzahl, chemisches Potential) und ihre experimentelle Bestimmung, ideale und reale Gase, thermische Eigenschaften der Materie, Hauptsätze der Thermodynamik, Entropie und Irreversibilität, formale Aspekte der Thermodynamik, Phasenübergänge</p>
<b>Lernziele</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und zu erklären. Sie ziehen die Beschreibung von Licht als elektromagnetische Welle zur Erklärung auch unbekannter Effekte heran und können Phänomene der geometrischen Optik mit Hilfe des Wellenmodells erklären und entsprechende Aufgaben lösen. Insbesondere kennen sie unterschiedliche Arten der Wechselwirkung mit Materie und können qualitative und quantitative Vorhersagen über unbekannte Systeme machen.</p> <p>Sie kennen die grundlegenden Vorhersagen und Rechenmethoden der speziellen Relativitätstheorie und nutzen sie zum Lösen einfacher auch unbekannter Aufgaben. Sie bedienen sich dieser um Beispiele zu erklären, an denen relativistische Effekte beobachtbar sind, und können vorhersagen, ob relativistische Effekte in konkreten Situationen berücksichtigt werden müssen.</p>

Die Studierenden nutzen die makroskopische Beschreibung der Thermodynamik zur Beschreibung bekannter und unbekannter Systeme. Sie können den Begriff der Entropie erklären und anhand von Beispielen veranschaulichen.

Sie können die Methoden der analytischen Mechanik auf einfache mechanische Systeme anwenden und deren Verhalten vorhersagen. Die Unterschiede der Beschreibung nach Lagrange und Hamilton können Sie erklären.

Sie können Aufgaben zu allen genannten Bereichen und Kompetenzniveaus selbstständig lösen und sich dazu geeigneter mathematischer Hilfsmittel bedienen. Bei allen Themen nutzen sie geeignete Fachsprache sowie mathematischen Methoden.

<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	100 Stunden Präsenzstudium; 120 Stunden Vor- und Nachbereitung (8 h pro Woche); 25 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	8 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	Integrierter Kurs 1 und 2 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	3
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## **Pflichtmodul 3: Mathematik**

Studienprogramm/ Verwendbarkeit  
Bachelor Physik und Nanoscience

**Credits** 24

**Dauer** drei Semester

**Anteil des Moduls an der Gesamtnote** 12,3 %

**Modulnote** In die Modulnote gehen die Noten der Prüfungsleistungen jeweils gewichtet nach ihren ECTS-Credits ein. Jede Prüfungsleistung muss separat bestanden sein. Die Prüfungsleistung für Mathematik für den Studiengang Physik 1 oder 2 sind Teil der Orientierungsprüfung

**Teilmodule** 3.1 Mathematik für den Studiengang Physik 1 (PL)  
3.2 Mathematik für den Studiengang Physik 2 (PL)  
3.3 Mathematik für den Studiengang Physik 3 (PL)

### **3.1: Mathematik für den Studiengang Physik 1**

<b>Lehrinhalte</b>	Reelle und komplexe Zahlbereiche als Beispiele für Körper, Darstellung von Drehungen und Spiegelungen in 2D und 3D mittels Matrizen, Vektorräume, Basen, Dimension, Untervektorräume, Orthogonalität, Gram-Schmidt-Verfahren, Projektion auf Untervektorräume, Lineare Abbildungen, Matrizen, Rang, Basistransformationen, Lineare Gleichungssysteme, Differentialoperatoren als lineare Abbildungen, Folgen und Reihen von Zahlen und Vektoren, Potenzreihen am Beispiel der Exponentialfunktion Funktionen einer reellen oder komplexen Variablen: Grenzwerte, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Mittelwertsätze, Taylorscher Satz, Elementare transzendente Funktionen im Reellen und Komplexen, Banachscher Fixpunktsatz und Newtonverfahren.
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden kennen die oben genannten Grundlagen und grundlegenden Methoden der linearen Algebra und eindimensionalen Analysis und können sie im Kontext realer Anwendungen erklären. Sie können unterschiedliche Sachverhalte auf identische mathematische Beschreibungen zurückführen und die Analogie in der mathematischen Beschreibung erklären. Darüber hinaus sind sie in der Lage die erlernten Methoden auf einfache Probleme anzuwenden und diese zu lösen. Die Fachsprache der behandelten Themen beherrschen sie sicher und verwenden sie.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 Stunden Präsenzstudium; 105 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (7h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	8 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	keine
<b>Sprache</b>	deutsch

<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	1
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

### 3.2: Mathematik für den Studiengang Physik 2

<b>Lehrinhalte</b>	Differentiation im $\mathbb{R}^n$ , Taylorscher Satz, Extrema unter Nebenbedingungen, Satz über implizite Funktionen, Elemente der Numerik: Auswirkungen von Rundungsfehlern, Determinanten, Permutationsgruppen als Beispiele für Gruppen, numerische Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen, Eigenwerte und Eigenvektoren: Jordan-Normalform, orthogonale und selbstadjungierte Matrizen, Spektralsatz, quadratische Formen und Quadriken, Integration im $\mathbb{R}^1$ : bestimmte, unbestimmte und uneigentliche Integrale, einfache numerische Verfahren, Vertauschung von Grenzprozessen, Fourier-Reihen: Konvergenz punktweise und im $L^2$ , Diracfolgen und die Delta-Distribution, Kurven und Kurvenintegrale, konservative Vektorfelder, Integration im $\mathbb{R}^n$ , Flächenintegrale, Integralsätze von Gauß und Stokes
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden kennen die über die Inhalte von „Mathematik für Physikerinnen/Physiker I“ hinausgehenden oben genannten Grundlagen und grundlegenden Methoden der linearen Algebra und mehrdimensionalen Analysis und können sie im Kontext realer Anwendungen erklären. Insbesondere sind sie mit den Rechenregeln und Eigenschaften von Matrizen vertraut und können diese in Beispielen anwenden. Sie können Matrizen zum Lösen von linearen Gleichungssystemen und Eigenschaften von Matrizen zu Vorhersagen der verknüpften Transformationen verwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage die erlernten Methoden auf einfache Probleme sowohl im $\mathbb{R}$ als auch $\mathbb{R}^n$ anzuwenden und diese zu lösen.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 Stunden Präsenzstudium; 105 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (7h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	8 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	Mathematik für den Studiengang Physik 1 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Sommersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	2
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

### 3.3: Mathematik für den Studiengang Physik 3

<b>Lehrinhalte</b>	<p><b>Gewöhnliche Differentialgleichungen:</b> Phasenporträts, elementare Lösungsverfahren, einfache numerische Verfahren, allgemeine Existenzaussagen, lineare Differentialgleichungen und Systeme, Fundamentalsysteme, Wronski-Determinanten, Systeme mit konstanten Koeffizienten, Rand- und Eigenwertprobleme für formal selbstadjungierte Operatoren.</p> <p><b>Funktionentheorie:</b> komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemann-Differentialgleichungen und harmonische Funktionen, komplexer Logarithmus, komplexe Kurvenintegrale, Integralsatz und Integralformel von Cauchy, Potenzreihendarstellung holomorpher Funktionen, Satz von Liouville, Residuensatz und Laurentreihen</p>
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse zur Theorie und Praxis gewöhnlicher Differentialgleichungen. Sie kennen eine Reihe von Lösungsmethoden zu verschiedenen Typen dieser Gleichungen und können diese an konkreten Beispielen selbstständig anwenden. Daneben kennen sie charakteristische Eigenschaften von Funktionen einer komplexen Veränderlichen und deren Anwendungen. Sie kennen einschlägige Methoden in diesem Bereich und können sie selbstständig anwenden. Die Fachsprache der behandelten Themen beherrschen sie sicher und verwenden sie.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 Stunden Präsenzstudium; 105 Stunden Vor- und Nachbearbeitung (7h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	8 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	Mathematik für den Studiengang Physik 1 und 2 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	3
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## Pflichtmodul 4: Anorganische Chemie

### Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Nanoscience

<b>Credits</b>	9
<b>Dauer</b>	drei Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	4,6 %
<b>Modulnote</b>	In die Modulnote gehen die Noten der Prüfungsleistungen jeweils gewichtet nach ihren ECTS-Credits ein. Jede Prüfungsleistung muss separat bestanden sein.
<b>Teilmodule</b>	4.1 Molekülchemie der Hauptgruppenelemente (Prüfungsleistung) 4.2 Festkörper-Koordinationschemie (Prüfungsleistung) 4.3 Element- und Festkörperchemie der Hauptgruppenelemente (Prüfungsleistung)
<b>Qualifikationsziele</b>	In diesem Modul erwerben die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Synthesen, Eigenschaften, Reaktionsweisen, Strukturen und die technische Bedeutung wichtiger anorganischer Verbindungen der nichtmetallischen Hauptgruppenelemente (Teilmodul 4.1) und der Metalle der Hauptgruppen und des d-Blocks. Anhand von MO-Betrachtungen werden sie ungewöhnliche Bindungstypen wie Mehrzentrenbindungen oder transannulare Wechselwirkungen, Hypervalenz sowie Konzepte zur Abschätzung der thermodynamischen Stabilität mittlerer Oxidationsstufen kennenlernen und verstehen. Übergreifend über die Teilmodule werden die Studierenden den Zusammenhang zwischen den Elektronenstrukturen und den äußeren Strukturen polyedrischer Gerüstverbindungen der Haupt- und Nebengruppenelemente verstehen.

### 4.1 Molekülchemie der Hauptgruppenelemente

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Rainer Winter	
<b>Lehrinhalte</b>	Stoffchemie der Hauptgruppenelemente: Elementmodifikationen; Darstellung der Elemente; Hydride, Halogenide, Chalkogenide und Nitride der Hauptgruppenelemente; technische Darstellung wichtiger anorganischer Grundstoffe und deren industrielle Verwendung; Konzepte zur Erklärung und Vorhersage von Strukturen anorganischer Molekülverbindungen (VSEPR-Konzept und dessen Grenzen) und der thermodynamischen Stabilität mittlerer Oxidationsstufen; ungewöhnliche chemische Bindungstypen und Effekte (Drei Zentren-Zwei- bzw. -Vierelektronenbindung, hypervalente Verbindungen, transannulare Wechselwirkungen, anomerer Effekt, Clusterverbindungen), Effekt des inerten Elektronenpaars; stabile paramagnetische Verbindungen (NO, NO <sub>2</sub> , ClO <sub>2</sub> ...).	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Kontaktstd.: 2 SWS * 14 Wochen	28 h
	Vor- und Nachbereitung 1 h / Kontaktstd.	28 h
	Klausur inkl. Vorbereitung.	15 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	3 Cr	

<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Empfohlen bestandenes Modul 1 „Allgemeine und Anorganische Chemie“
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	2
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

#### 4.2 Festkörper-Koordinationschemie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Miriam Unterlass	
<b>Lehrinhalte</b>	Strukturen der Metalle; Koordinationszahlen; Koordinationspolyeder; Binäre anorganische Festkörper; ionische Bindungen; Gitterenergie; Paulingsche Regeln; Binäre Minerale; Kristallfeldtheorie; Strukturen ternärer Verbindungen; Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in ionischen und ionokovalenten Festkörpern	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Kontaktstd.: 2 SWS * 14 Wochen	28 h
	Vor- und Nachbereitung 1 h / Kontaktstd.	28 h
	Klausur inkl. Vorbereitung.	15 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	3 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	3	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung	

#### 4.3 Element- und Festkörperchemie der Hauptgruppenelemente

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Miriam Unterlass	
<b>Lehrinhalte</b>	Struktur und Dynamik der Aggregatzustände; Elementgenese; Strukturbegriff im Festkörper; Bindungssituation im Festkörper; Strukturen der Hauptgruppenelemente im Festkörper; Phasendiagramme; Hochdruckmodifikationen der Reinelemente; Strukturrends innerhalb der Hauptgruppenelemente; Struktur-Eigenschaftsbeziehungen der Hauptgruppenelemente	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Kontaktstd.: 2 SWS * 14 Wochen	28 h

	Vor- und Nachbereitung 1 h / Kontaktstd. Klausur inkl. Vorbereitung.	28 h 15 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	3 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	4	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung	

**Pflichtmodul 5: Organische Chemie**

**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**  
Bachelor Nanoscience

<b>Credits</b>	14
<b>Dauer</b>	Zwei Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	7,0 %
<b>Modulnote</b>	Die Modulnote ist die Noten der Prüfungsleistung.
<b>Teilmodule</b>	5.1 Organische Verbindungen (Prüfungsleistung) 5.2 Grundpraktikum Organische Chemie (Studienleistung)
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Organischen Chemie. Diese umfassen die Struktur und Reaktivität gängiger Stoffklassen sowie ein grundlegendes Verständnis organischer Reaktionsmechanismen. Weiterhin erlernen sie grundlegende präparative Arbeitstechniken der Organischen Chemie unter Berücksichtigung der Arbeitsplatzsicherheit und dem Umgang mit Gefahrstoffen. Sie werden in die Lage versetzt, einfache Synthesewege selbständig zu entwickeln und in die Praxis umzusetzen

**5.1 Organische Verbindungen**

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. V. Wittmann	
<b>Lehrinhalte</b>	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Organische Chemie. Im Mittelpunkt stehen die Struktur (Konstitution, Konfiguration, Konformation) und Reaktivität organischer Moleküle. Ebenfalls behandelt werden ihre Nomenklatur und ihre physikalischen und biologisch-medizinischen Eigenschaften. Zu den Substanzklassen, die vorgestellt werden, gehören: Alkane, organische Halogenverbindungen, Alkohole, Phenole, Ether, Alkene, Alkine, Aromaten, Aldehyde und Ketone sowie Carbonsäuren und ihre Derivate.	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übungen 2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung: 15 Wochen x 4 SWS	60 h
	Vor- und Nachbereitung: 1.25 h/Kontaktstd.	75 h
	Übungen: 15 Wochen x 2 SWS	30 h
	Vor- und Nachbereitung: 1 h/Kontaktstd.	15 h
	<u>Klausur inkl. Vorbereitung</u>	<u>30 h</u>
		Σ 210 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	7 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur, zweistündig	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine	

<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	2
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## 5.2 Grundpraktikum Organische Chemie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. T. Gaich, Dr. T. Huhn	
<b>Lehrinhalte</b>	Das Praktikum behandelt grundlegende Aspekte der präparativen Organischen Chemie an Hand einfacher ein- und mehrstufiger Synthesen aus dem Themenkreis Substitutionsreaktionen (radikalisch, nucleophil, elektrophil an Aliphaten und Aromaten), Additions- und Eliminierungsreaktionen, Oxidations- und Reduktionsreaktionen, Reaktionen der Carbonylverbindungen sowie Umlagerungen. In begleitenden Kolloquien wird das im Modul Organische Verbindungen erworbene Wissen über essentielle Reaktionsmechanismen und Stoffeigenschaften vertieft.	
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 8 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikumszeit	80 h
	Protokolle:	30 h
	Kolloquien Vorbereitung	80 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	7 Credits	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Die Moduleinheit ist bestanden, wenn alle Teilleistungen (Präparate, Protokolle und Kolloquien) erbracht wurden.	
<b>Voraussetzungen</b>	Bestandene Modul-Einheiten: "Allgemeine Chemie" und "Organische Verbindungen"	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	3	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung	

## Pflichtmodul 6: Physikalische Chemie

### Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Nanoscience

<b>Credits</b>	21
<b>Dauer</b>	drei Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	10,7 %
<b>Modulnote</b>	In die Modulnote gehen die Noten der Prüfungsleistungen jeweils gewichtet nach ihren ECTS-Credits ein. Jede Prüfungsleistung muss separat bestanden sein.
<b>Teilmodule</b>	6.1 Quantenchemie (PL) 6.2 Praktikum Physik und Physikalische Chemie I (PL) 6.3 Praktikum Physik und Physikalische Chemie II (PL) 6.4 Molekülspektroskopie (PL)

### 6.1 Quantenchemie

<b>Dozent/in</b>	Prof. A. Zumbusch, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Quantenmechanik: Wellen und Wellenfunktionen, Axiome der Quantentheorie, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und mathematisches Gerüst</li> <li>- Quantensysteme: Zustände und ihre zeitliche Entwicklung, Eigenschaften von Hamiltonoperatoren,</li> <li>- Modelle: Systeme mit einem Freiheitsgrad: Teilchen im Kasten, im harmonischen Potential und auf einer geschlossenen Kreisbahn, stationäre Zustände, Energien und Erwartungswerte des Hamiltonoperators.</li> <li>Systeme mit mehreren Freiheitsgraden: unabhängige und halb-abhängige Freiheitsgrade, Kasten und harmonischer Oszillator in mehreren Dimensionen, Drehimpulse und Rotationen, Spin, Zustände und Eigenwerte für Drehimpulsoperatoren</li> <li>- Wasserstoffähnliche Systeme: die Abtrennung der Translations- und Rotationsfreiheitsgrade, Atomorbitale</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Materie und elektromagnetischer Strahlung, Ausblick auf die Grundlagen der Spektroskopie</li> <li>- Mehrelektronensysteme: Born-Oppenheimer-Näherung, die Elektronenhülle, Pauli- und Aufbauprinzip, Mehrelektronenkonfigurationen</li> <li>- Moleküle und chemische Bindung: Das H<sub>2</sub><sup>+</sup>-System, frei bewegliche Elektronen im Molekülgerüst, Linearkombinationen von Atomorbitalen, zweiatomige (auch heteroatomare) Moleküle und semiempirische Verfahren am Beispiel der Hückel-Theorie</li> <li>- Freies Elektronengas, Moleküle, Verfeinerung des Teilchen-im-Kasten-Modells</li> <li>- Hückel-Theorie mehratomiger Moleküle - Grundlagen und Anwendungen (Ladungsdichten, Bindungsordnungen)</li> <li>- Variationsrechnung</li> </ul>
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 3 SWS, Übungen 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	7 Cr

<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	2
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## 6.2 Praktikum Physik und Physikalische Chemie I

<b>Dozent/in</b>	Dr. Bernd-Uwe Runge
<b>Lehrinhalte</b>	Mechanik: Energieerhaltungssatz, Impulserhaltungssatz, Drehimpulserhaltung, Drehbewegung starrer Körper. Schwingungslehre: freie, gedämpfte und erzwungene Schwingungen, Resonanz, Kopplung von Oszillatoren Optik: geometrische Optik, Linsen und optische Instrumente, Wellenoptik, Interferenz, Auflösungsvermögen optischer Instrumente, Lichtstreuung, polarisiertes Licht. Elektromagnetische Wellen Richtlinien guter wissenschaftlicher Praxis Messunsicherheitsanalyse
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikum Einführung in die Messunsicherheitsanalyse 6 h Kontaktstd.: 6 Versuchstage zu je 4 h 45min 28.5 h Vorbereitung 2 h / Versuch 12 h Ausarbeitungen 7 h / Versuch 42 h Kolloquiumsvorbereitung 1 h / Versuch 6 h Kolloquium 1 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	4 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Versuchsausarbeitungen, Kolloquium zum Praktikum.
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	3
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## 6.3 Praktikum Physik und Physikalische Chemie II

<b>Dozent</b>	Dr. Julian Schlotheuber, Dr. Martin Winterhalder, Prof. Dr. Helmut Cölfen
---------------	---

<b>Lehrinhalte</b>	<p>Erlernen experimenteller Methoden der Physikalischen Chemie aus dem gesamten Gebiet der Thermodynamik, der Elektrochemie und Teilen der Spektroskopie, beispielsweise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das reale Verhalten der Materie</li> <li>- Mischphasen</li> <li>- Phasengleichgewichte</li> <li>- chemisches Gleichgewicht</li> <li>- Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>- Potentiometrie</li> <li>- Rasterelektronenmikroskopie</li> <li>- Reflexionsspektroskopie</li> </ul> <p>Anwendung einfacher mathematischer Beziehungen für die Auswertung der Messergebnisse (z. B. lineare Regression) eines Praktikumsversuchs</p> <p>Grundlagen guter wissenschaftlicher Praxis an der eigenen Arbeit kennenlernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfertigung von Praktikumsberichten</li> <li>- Messdaten kritisch bewerten</li> <li>- Messunsicherheitsanalysen durchführen</li> <li>- Datenverarbeitung (z. B. Matlab, Origin)</li> </ul>
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p>Sieben durchzuführende Praktikumsversuche und die Bearbeitung eines Programmierversuchs mit Matlab 20 h</p> <p>Vorbereitung und Durchführung von sieben Tests und eines Abschlusstests 35 h</p> <p>neun Versuchsdurchführungen 25 h</p> <p>Ausarbeitung und Anfertigung von sieben Praktikumsberichten 100 h</p>
<b>Credits für diese Einheit</b>	4 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Tests vor Versuchsbeginn, benotete Versuchsdurchführung sowie ausgearbeitete und benotete Praktikumsberichte, ein Abschlusstest und ein bestandenenes Kolloquium zu Matlab
<b>Voraussetzungen</b>	Pflichtmodul 1, Pflichtmodul 2, Pflichtmodul 3
<b>Sprache</b>	Deutsch, Englisch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## 6.4 Molekülspektroskopie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. H. Cölfen, Prof. M. Drescher, Prof. K. Hauser, Prof. C. Peter, Prof. A. Zumbusch
------------------	--

<b>Lehrinhalte</b>	<u>Molekülspektroskopie:</u> Physikalische Grundlagen optischer Messmethoden, Absorption, spontane und stimulierte Emission, Übergangsraten, Jablonski-Diagramm, Bedeutung quantenmechanischer Modellsystemen für die Spektroskopie, Übergangsdipolmoment, Auswahlregeln, Franck-Condon-Prinzip, Born-Oppenheimer Näherung, Elektronenübergänge, UV-Vis-Spektroskopie, Fluoreszenz, Rotations- und Schwingungsübergänge, IR- und Raman-Spektroskopie, magnetische Resonanz, NMR-Spektroskopie, Kerndrehimpuls, magnetisches Moment, gyromagnetisches Verhältnis, Energien von Kernen in Magnetfeldern, chemische Verschiebung, Feinstrukturaufspaltung, skalare Kopplung, Pulstechniken in der NMR, Magnetisierung, Spinrelaxation	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 3 SWS, Übungen 2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	13 x 3 Kontaktstd. Vorlesung	39 h
	Nachbereitung Vorlesung	39 h
	12 x 2 Kontaktstd. Übungen	24 h
	12 x 4 h Bearbeitung der Übungsblätter	48 h
	<u>Klausurvorbereitung</u>	<u>30 h</u>
		Σ 180 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur	
<b>Voraussetzungen</b>	Empfohlen Modul 1 Allgemeine und Anorganische Chemie, , Modul 3 Mathematik, Modul 6 Physikalische Chemie	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	4	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung	

## Pflichtmodul 7: Festkörperchemie und -physik

### Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Nanoscience

<b>Credits</b>	15
<b>Dauer</b>	drei Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	7,6 %
<b>Modulnote</b>	In die Modulnote gehen die Noten der Prüfungsleistungen jeweils gewichtet nach ihren ECTS-Credits ein. Jede Prüfungsleistung muss separat bestanden sein.
<b>Teilmodule</b>	7.1 Solid State Synthesis I 7.2 Festkörperphysik 7.3 Kristallographie

### 7.1 Solid State Synthesis I

**Dozent/in** Prof. Dr. Miriam Unterlass

#### Lehrinhalte

**Lehrform/SWS** Vorlesung 2 SWS

#### Arbeitsaufwand

**Credits für diese Einheit** 3 Cr

**Studien/ Prüfungsleistung** Klausur

#### Voraussetzungen

**Sprache** Deutsch

**Häufigkeit des Angebots** Sommersemester

**Empfohlenes Semester** 4

**Pflicht/Wahlpflicht** Pflichtveranstaltung

### 7.2 Festkörperphysik

**Lehrinhalte** Chemische Bindungen im Festkörper; Kristallstrukturen und Beugung an periodischen Strukturen; Gitterschwingungen und Phononen: Dynamik von Kristallgittern; Thermische Eigenschaften von Festkörpern; Elastische Eigenschaften von Festkörpern; Freie Elektronen im Festkörper; Elektronen im periodischen Potential; Halbleiter; Supraleitung; Magnetismus

**Lernziele** Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften unterschiedlicher Klassen kristalliner Festkörper sowie von Metallen, Isolatoren, Halbleitern, Supraleitern und magnetischen Materialien. Sie können die strukturellen, thermischen, elektronischen und magnetischen Eigenschaften dieser

Festkörper mit Hilfe geeigneter Modelle erklären. Dies sind insbesondere Konzepte zu Bindungsarten, Phononen, elektronischer Bandstruktur sowie Wechselwirkungen zwischen Elektronen. Mit ihrer Hilfe sind sie in der Lage, einfache Voraussagen über unbekannte Materialien machen. Sie können wichtige Fakten zu Magnetismus und Supraleitung und deren Entstehung nennen. Daneben kennen sie grundlegende experimentelle Methoden der Festkörperphysik und können deren Anwendung und Anwendungsgebiete erklären und veranschaulichen.

<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 Stunden Präsenzstudium; 135 Stunden Vor- und Nachbereitung (9h pro Woche); 45 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	9 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
<b>Voraussetzungen</b>	Integrierter Kurs 1 bis 3 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

### 7.3 Kristallographie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Miriam Unterlass
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	3 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

## Wahlpflichtmodul 8: Aspekte der Nanowissenschaften

### Studienprogramm/ Verwendbarkeit

Bachelor Nanoscience

Credits 26

Dauer zwei Semester

Anteil des Moduls  
an der Gesamtnote 13,3 %

**Modulnote**

In die Modulnote gehen die Noten der Prüfungsleistungen jeweils gewichtet nach ihren ECTS-Credits ein. Veranstaltungen für das Wahlpflichtmodul können von dem unten aufgeführten Angebot abweichen. Über zulässige Veranstaltungen für das Wahlpflichtmodul entscheidet die Studienkommission. Das jeweils anrechenbare Studienangebot wird vor Semesterbeginn im elektronischen Vorlesungsverzeichnis veröffentlicht. Praktika können nur in Verbindung mit der Vorlesung belegt werden. Es können mehr als 26 ECTS-Credits erworben werden. Zur Berechnung der Modulnote werden die besten Leistungen herangezogen. Aus dem Advanced Data and Information Literacy Track (ADILT) können zulässige Leistungen über den Zusatzqualifikationsbereich ausgewählt werden.

PL: Prüfungsleistung  
StL: Studienleistung

**Teilmodule**

8.1 Physikalische Chemie der Polymere (PL)  
8.2 Synthese und Materialeigenschaften von Polymeren (PL)  
8.3 Praktikum Synthese und Materialeigenschaften von Polymeren (PL)  
8.4 Kolloidchemie (PL)  
8.5 Praktikum Kolloidchemie (PL)  
8.6 Solid State Synthesis II (PL)  
8.7 Praktikum Solid State Synthesis (PL)  
8.8 Elektrochemie (PL)  
8.9 Intermolekulare Wechselwirkungen (PL)  
8.10 Theoretische Chemie (PL)  
8.11 Praktikum Molekülspektroskopie (PL)  
8.12 Advanced Data and Information Literacy Track (ADILT) (StL)  
8.13 Computerphysik I (StL)  
8.14 Computerphysik II (StL)  
8.15 Mess- und Steuertechnik (PL)  
8.16 Laserphysik und Nichtlineare Optik (PL)  
8.17 Halbleiterphysik (PL)

## 8.1 Physikalische Chemie der Polmere

Dozent/in Prof. Dr. Alexander Wittemann

**Lehrinhalte**

Konformation und Konfiguration von Polymeren, Molmassenverteilung, Polymeranalytik (Osmometrie, Viskosität, Lichtstreuung), Thermodynamik von Polymerlösungen, Theta-Zustand, Flory-Huggins-Theorie, ausgeschlossenes Volumen, Überlappungskonzentration, Phasenseparation, Polyelektrolyte, Polymerkristalle, Flüssigkristalle, polymere Gläser, Polymerschmelzen, Rheologie, Polymernetzwerke und Gele, Kautschukelastizität, Viskoelastizität, Polymerdynamik

<b>Lernziele</b>	Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, die speziellen physikalisch-chemischen Eigenschaften von Polymeren, die aus ihrer makromolekularen Struktur resultieren, zu verstehen.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## 8.2 Synthese und Materialeigenschaften von Polymeren

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Stefan Mecking								
<b>Lehrinhalte</b>	Ketten- und Stufenpolymerisationen: radikalische, ionische, Metall-katalysierte Polymerisationen (stereospezifische Polymerisation; isomerisierende Polymerisation; Metathese) und Polykondensation; ringöffnende Polymerisation; Molekulargewichtsverteilungen; lebende und kontrollierte Polymerisation; Emulsionspolymerisation; Dendrimere; Taktizität; Konformationen; Methoden zur Molekulargewichtsbestimmung; thermische Eigenschaften von Kunststoffen; Glasübergang; Kristallinität; Elastomere. Zug-Dehn-Versuch; Moduli. Viskosität von Lösungen. Anhand dieser Themen werden die Anwendungen organischer Polymere erläutert.								
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 3 SWS, Übungen 1 SWS								
<b>Arbeitsaufwand</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Vorlesung und Übung</td> <td style="text-align: right;">4 x 15 h = 60 h</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td style="text-align: right;">60 h</td> </tr> <tr> <td>Klausurvorbereitung</td> <td style="text-align: right;">20 h</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border-top: 1px solid black; text-align: right;"><b>Σ 140 h</b></td> </tr> </table>	Vorlesung und Übung	4 x 15 h = 60 h	Vor- und Nachbereitung	60 h	Klausurvorbereitung	20 h	<b>Σ 140 h</b>	
Vorlesung und Übung	4 x 15 h = 60 h								
Vor- und Nachbereitung	60 h								
Klausurvorbereitung	20 h								
<b>Σ 140 h</b>									
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr								
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur zur Vorlesung								
<b>Voraussetzungen</b>	Empfohlen Modul 5 Organische Chemie								
<b>Sprache</b>	Deutsch								
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester								
<b>Empfohlenes Semester</b>	4								

<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung	
<b>8.3 Praktikum Synthese und Materialeigenschaften von Polymeren</b>		
<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Stefan Mecking, Dr. Inigo Göttker	
<b>Lehrinhalte</b>	Synthese von Polymeren: Versuche zur radikalischen Emulsionspolymerisation, radikalische Copolymerisation, ATRP und stereospezifischen Propylenpolymerisation. Polymeranalytik der zuvor hergestellten Polymere: GPC, DSC, NMR, TEM, AFM; und Lichtmikroskopie.	
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 8 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Praktikum inkl. schriftlicher Berichte	140 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Zusammensetzung der Praktikumsnote: Vorbesprechungen 1/3; schriftliche Ausarbeitungen 2/3	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	4	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung	

### 8.4 Kolloidchemie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Alexander Wittemann	
<b>Lehrinhalte</b>	Einführung in das Gebiet der Kolloidchemie (Definition und Klassifizierung kolloidaler Systeme, großtechnische Bedeutung von Kolloiden, Entwicklung der Kolloidforschung), Oberflächen (Oberflächenspannung, Laplace- und Kelvingleichung, homogene Nukleation, Kontaktwinkel, Gibbs-Adsorptionisotherme, monomolekulare Schichten und Filme), Assoziationskolloide (kritische Mizellbildungskonzentration, Krafft-Temperatur, Selbstassemblierung, Modelle der Mizellbildung, Packungsparameter), Kolloidstabilität (Klassifizierung von Kräften, Elektrostatik in kolloidalen Systemen, Born-Arbeit, elektrische Doppelschicht, Oberflächenladung, Poisson-Boltzmann-Theorie, Gouy-Chapman-Theorie, Doppelplatten-Problem, osmotischer Druck und Kolloidstabilität, Messung von Wechselwirkungen, DLVO-Theorie, schnelle und langsame Koagulation)	
<b>Lernziele</b>	Erwerb von Grundkenntnissen auf dem Gebiet der Kolloidchemie und Anwendung auf grundlegende Problemstellungen.	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung: 15 Wochen x 4 SWS	60 h
	Vor- und Nachbereitung 1.0 h/Kontaktstd.:	60 h
	Klausur inkl. Prüfungsvorbereitung	15 h
		Σ 135 h

<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **8.5 Praktikum Kolloidchemie**

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Alexander Wittemann	
<b>Lehrinhalte</b>	Vertiefung des in der Vorlesung erworbenen Wissens durch eine praktische Projektarbeit zu einer aktuellen Thematik der modernen Kolloidwissenschaften. Neben projektspezifischen Synthesemethoden steht die Anwendung instrumenteller Analytik im Vordergrund.	
<b>Lernziele</b>	Die Praktikumsstätigkeit macht die Studierenden mit Synthesemethoden und wesentlichen Untersuchungsverfahren der Kolloidchemie vertraut.	
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 8 SWS	
<b>Arbeitsaufwand</b>	Mitarbeiterpraktikum: 15 Wochen x 8 SWS	120 h
	Vor- und Nachbereitung, Versuchsauswertung	15 h
	<u>Erstellung des Abschlussprotokolls</u>	<u>15 h</u>
		$\Sigma$ 150 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr	
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Praktikumsnote. Gewichtung: praktische Arbeit 1/3, Protokoll 2/3.	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine	
<b>Sprache</b>	Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester	
<b>Empfohlenes Semester</b>	4	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung	

## **8.6 Solid State Synthesis II**

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Miriam Unterlass
<b>Lehrinhalte</b>	

**Lernziele**

<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	3 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommer-/Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4/5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

**8.7 Praktikum Solid State Synthesis**

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Miriam Unterlass
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lernziele</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 8 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommer-/Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4/5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

**8.8 Elektrochemie**

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Helmut Cölfen
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lernziele</b>	

<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## 8.9 Intermolekulare Wechselwirkungen

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Helmut Cölfen
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lernziele</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## 8.10 Theoretische Chemie

<b>Dozent/in</b>	Prof. Dr. Christine Peter
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lernziele</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Klausur
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **8.11 Praktikum Molekülspektroskopie**

<b>Dozent/in</b>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lernziele</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	Praktikum 8 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	Keine/Empfohlen
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **8.12 Advanced Data and Information Literacy Track (ADILT)**

<b>Dozent/in</b>	ADILT-Team und Fachlehrende
<b>Lehrinhalte</b>	Aspekte der Daten- und Informationskompetenz
	Sie können sich Kurse aus dem Angebot des ADILT im Umfang von 6 ECTS auf Ihr Fachstudium anrechnen lassen. Falls Sie das ADILT-Zertifikat anstreben, informieren Sie sich bitte auf der Homepage und kontaktieren Sie die ADILT-Koordination.

Das ADILT-Programm deckt folgende Themen ab:

Speziell für den ADILT angebotene fachübergreifende Lehrveranstaltungen zu Konzepten der Informatik, Programmierung, Methodik und Statistik und/oder einschlägige methodische Grundlagenkurse zu Datenerhebung, -analyse und -management in den jeweiligen Fächern.

Fachseminare, Forschungs- und transferorientierte Projektseminare zur Anwendung und Reflexion datenbezogener Methoden.

Lehrveranstaltungen zu normativen, rechtlichen, historisch kritischen und ästhetischen Perspektiven zu datenbasierten Verfahren und Digitalisierung.

Eine Übersicht der aktuell angebotenen Kurse finden Sie in ZEuS unter Vorlesungsverzeichnis/Zusatzqualifikationsbereich (ADILT und weitere Qualifikationen)/ADILT

<b>Lehrform/SWS</b>	Siehe Kurse
<b>Arbeitsaufwand</b>	Siehe Kurse
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr (kann frei gewählt werden aus einzelnen Kursen/ECTS des ADILT-Angebots)
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Studienleistung
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Winter- und Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4 oder 5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **8.13 Computerphysik I**

<b>Lehrinhalte</b>	Inhalt des Kurses ist das Lösen physikalischer Probleme mit Hilfe des Computers. Anhand von typischen Beispielen aus dem Integrierten Kurs (Lösen von Differenzialgleichungen, chaotische Systeme, Eigenwertprobleme, etc.) werden wichtige numerische Methoden behandelt und deren Anwendung diskutiert. Dabei wird zusätzlich der Umgang mit wichtigen Hilfsmitteln (z.B. Programmierung, gnuplot, Mathematica) erarbeitet und in den Übungen anhand von kleinen Projekten vertieft.
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden kennen Verfahren zum numerischen Lösen von physikalischen Problemen und sind in der Lage die Funktionsweise der Verfahren zu erläutern. Sie sind in der Lage Computerprogramme zu schreiben, um numerische Lösungen mit Hilfe von Simulationen zu berechnen. Die Studierenden können sowohl Computeralgebra-Programme nutzen, um analytische Lösungen von entsprechenden Problemstellungen zu berechnen, als auch Visualisierungsprogramme zur Datenauswertung verwenden.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS

<b>Arbeitsaufwand</b>	60 Stunden Präsenzstudium, 60 Stunden Vor- und Nachbereitung (4h pro Woche)
<b>Credits für diese Einheit</b>	4 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	
<b>Studienleistung</b>	werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **8.14 Computerphysik II**

<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lernziele</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	4 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	
<b>Studienleistung</b>	werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## 8.15 Mess- und Steuertechnik

<b>Lehrinhalte</b>	Sensorik und Aktuatorik: Rauschen; Sensoren; Messung physikalischer Größen, z. B. Temperatur, Druck, Beleuchtungsstärke; Linearisierung; Verstärkerschaltungen; Aktuatoren, z.B. Piezostellglieder, Motoren; Leistungssteuerung Mikrocontroller: Aufbau und Programmierung von Mikrocontrollern, A/D-D/A-Wandlung, digitale Schnittstellen Steuerungstechnik: Strukturierung und Steuerung von Prozessen, Regelungstechnik: Systemtheorie, diskrete und kontinuierliche Regler
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden kennen die Funktion und das Verhalten von aktiven und passiven elektronischen Bauelementen sowie deren Einsatz in gängigen Schaltungen. Sie können einfache Schaltungen selbstständig dimensionieren und aufbauen. Des Weiteren kennen Sie die Grundlagen der Mikrocontrollerprogrammierung und können Programme zur Messung und Steuerung von einfachen Systemen schreiben. Sie kennen die Grundlagen der digitalen Signalübertragung mittels üblicher Standards und können diese für die Lösung einfacher Mess- und Steuerungsaufgaben anwenden. Sie können verschiedene Typen von Aktuatoren nennen und ihre Unterschiede in Aufbau, Anwendung und Funktion erklären. Daneben kennen sie einfache Systeme, deren Verhalten und geeignete Regler.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	120 Stunden Präsenzzeit, 60 Stunden Vor- und Nachbereitung (4h pro Woche), 30 Stunden Prüfungsvorbereitung
<b>Credits für diese Einheit</b>	6 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	schriftliche Prüfung
<b>Studienleistung</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	Integrierter Kurs 2 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Sommersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## 8.16 Laserphysik und Nichtlineare Optik

<b>Lehrinhalte</b>	Aufbauend auf der im Modul Integrierter Kurs 3 behandelten Optik wird in dieser Vorlesung dieses Themengebiet vertieft behandelt. Dabei geht es um die Themen Photonik (Strahlenoptik, Wellenoptik, Fourier-Optik, etc.), Laserphysik (Licht-Materie-Wechselwirkung, Lichtverstärkung, verschiedene Lasertypen, etc.) und nichtlineare Optik (Prozesse höherer Ordnung, Streuung, etc.).
--------------------	--

<b>Lernziele</b>	Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Phänomene und Methoden der Optik an geeigneten Beispielen erläutern. Sie sind weiterhin fähig die vorgestellten Methoden auf neue Problemstellungen anzuwenden und sind in der Lage die verschiedenen vorgestellten Modelle zu unterscheiden und zu bestimmen, bei welchem Problem welches Modell verwendbar ist.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 Stunden Präsenzstudium; 120 Stunden Vor- und Nachbereitung (8h pro Woche)
<b>Credits für diese Einheit</b>	8 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Studienleistung</b>	
<b>Voraussetzungen</b>	Integrierter Kurs 3 (empfohlen)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Sommersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	4
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## 8.17 Halbleiterphysik

<b>Lehrinhalte</b>	Es werden die physikalischen Grundlagen von Halbleitern, wie die Bandstrukturen in einem Halbleiter, die Wechselwirkung der Elektronen und Phononen und Transporteigenschaften behandelt. Außerdem ist die Anwendung von Halbleiter in Halbleiterbauelementen wie Dioden, Transistoren und MOSFETs Inhalt der Vorlesung. Des Weiteren werden Themen wie Kontakte von Halbleitern mit Isolatoren oder Metallen, Halbleiterlaser und Solarzellen behandelt.
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden können die in der Vorlesung behandelten Phänomene und Methoden der Halbleiterphysik an geeigneten Beispielen erläutern. Sie sind weiterhin fähig die vorgestellten Methoden auf neue Problemstellungen anzuwenden und sind in der Lage die verschiedenen vorgestellten Modelle zu unterscheiden und zu bestimmen, bei welchem Problem welches Modell anwendbar ist.
<b>Lehrform/SWS</b>	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	90 Stunden Präsenzstudium; 120 Stunden Vor- und Nachbereitung (8h pro Woche)
<b>Credits für diese Einheit</b>	8 Cr
<b>Prüfungsleistung</b>	werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Studienleistung</b>	

<b>Voraussetzungen</b>	Integrierter Kurs 1 bis 3 (empfohlen), Festkörperphysik (empfohlen, sollte gegebenenfalls gleichzeitig besucht werden)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich (Wintersemester)
<b>Dauer</b>	Ein Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	5
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **Pflichtmodul 9: Fortgeschrittenen Praktikum Nanoscience**

### **Studienprogramm/ Verwendbarkeit**

Bachelor Nanoscience

<b>Credits</b>	9
<b>Dauer</b>	zwei Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	4,6 %
<b>Modulnote</b>	Die Modulnote ergibt sich aus der Note des Praktikums.

### **Qualifikationsziele**

#### **Dozent/in**

#### **Lehrinhalte**

**Lehrform/SWS**      Praktikum, 8 SWS

#### **Arbeitsaufwand**

#### **Studien/ Prüfungsleistung**

#### **Voraussetzungen**

**Sprache**              Deutsch/englisch

**Häufigkeit des Angebots**      Sommersemester

**Empfohlenes Semester**      5. und 6. Semester

**Pflicht/Wahlpflicht**      Pflichtveranstaltung

**Pflichtmodul 10: Schlüsselqualifikationen**

**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**  
Bachelor Nanoscience

<b>Credits</b>	3
<b>Dauer</b>	ein Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	0 %
<b>Modulnote</b>	Das Modul ist unbenotet. Die Art der Leistungsnachweise sind den Beschreibungen im Zeus – Lehrangebot – Schlüsselqualifikationen zu entnehmen. Die Hälfte der Credits sind fachfremd zu erbringen.
<b>Qualifikationsziele</b>	Schlüsselqualifikationen dienen der Verbesserung der allgemeinen Berufsfähigkeit der Absolventen. Im Einzelnen gehören dazu: Soziale Kompetenzen: Konflikt- und Kritikfähigkeit, Teamfähigkeit, Einfühlungsvermögen, Durchsetzungsvermögen, Führungsqualitäten. Kommunikative Kompetenzen: Schriftliche und mündliche Ausdrucksfähigkeit, Präsentationstechniken, Diskussionsfähigkeit, zielgruppengerichtete Kommunikation. Allgemeines Basiswissen: Allgemeinbildung, EDV-Kenntnisse, Fremdsprachen, interkulturelles Wissen, wirtschaftliches und juristisches Grundwissen, Arbeitswelterfahrung, Lern- und Arbeitstechniken.
<b>Dozent/in</b>	Siehe Zeus
<b>Lehrinhalte</b>	Siehe Zeus
<b>Lehrform/SWS</b>	Siehe Zeus
<b>Arbeitsaufwand</b>	Siehe Zeus
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Siehe Zeus
<b>Voraussetzungen</b>	Siehe Zeus
<b>Sprache</b>	Deutsch/englisch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester/Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	Ab 1. Semester
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Wahlpflichtveranstaltung

## **Pflichtmodul 11: Abschlussmodul**

**Studienprogramm/ Verwendbarkeit**  
Bachelor Chemie, Life Science, Nanoscience

<b>Credits</b>	20 Credits
<b>Dauer</b>	ein Semester
<b>Anteil des Moduls an der Gesamtnote</b>	20 %
<b>Modulnote</b>	Die Modulnote ergibt sich aus der Note zur Bachelorarbeit.
<b>Teilmodule</b>	11.1 Wissenschaftliches Arbeiten (Studienleistung) 11.2 Präsentation Bachelorarbeit (Studienleistung) 11.3 Bachelorarbeit (Prüfungsleistung)
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sollen die Kompetenz besitzen, anhand einer konkreten Aufgabenstellung aus einem Arbeitsgebiet der Chemie wissenschaftliche Methoden anzuwenden und ihre Ergebnisse als wissenschaftliche Arbeit zu präsentieren.

### **11.1 Wissenschaftliches Arbeiten**

<b>Dozent/in</b>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<b>Lehrform/SWS</b>	
<b>Arbeitsaufwand</b>	
<b>Credits für diese Einheit</b>	4 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Studienleistung
<b>Voraussetzungen</b>	
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester, Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	6
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

### **11.2 Präsentation Bachelorarbeit**

<b>Lernziele</b>	Die Studentin/der Student kann einfache wissenschaftliche Präsentationen zu eigenen Forschungsergebnissen erstellen und diese unter Verwendung geeigneter Fachsprache präsentieren. Sie/Er kann auf Fragen adäquat reagieren und kompetent und zielgerichtet antworten.
------------------	---

<b>Lehrinhalte</b>	Erstellen und Vorstellen einer wissenschaftlichen Präsentationen
<b>Lehrform/SWS</b>	Vortrag
<b>Arbeitsaufwand</b>	120 Stunden für Vorbereitung und Vortrag
<b>Credits für diese Einheit</b>	4 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Studienleistung, erfolgreiche Präsentation der Ergebnisse der Bachelor-Arbeit
<b>Voraussetzungen</b>	Anfertigung der Bachelor-Arbeit
<b>Sprache</b>	Deutsch/englisch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester
<b>Empfohlenes Semester</b>	6
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung

### 11.3 Bachelorarbeit

<b>Dozent/in</b>	Für Chemie Hochschullehrer des Fachbereichs Chemie, für Life Science Hochschullehrer der Fachbereiche Chemie oder Biologie, für Nanoscience Hochschullehrer der Fachbereiche Chemie oder Physik
<b>Lehrinhalte</b>	Erarbeitung eines Arbeitsplans zur Durchführung der Bachelorarbeit, Einarbeitung in die Fachliteratur, Erarbeitung der erforderlichen Methoden zur Durchführung der Laborexperimente, Auswertung der Versuche und Diskussion der Ergebnisse, Erstellung der schriftlichen Bachelorarbeit
<b>Lehrform/SWS</b>	Ganztägige Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten in einem Team
<b>Arbeitsaufwand</b>	360 h
<b>Credits für diese Einheit</b>	12 Cr
<b>Studien/ Prüfungsleistung</b>	Prüfungsleistung, Erstellung der schriftlichen Bachelorarbeit
<b>Voraussetzungen</b>	Bestandene Module, die lt. Studienplan in den Studiensemestern 1 bis 4 vorgesehen sind.
<b>Sprache</b>	Deutsch/englisch
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester, Sommersemester
<b>Empfohlenes Semester</b>	6
<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	Pflichtveranstaltung