

**Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Nanostrukturwissenschaften des Fachbereiches  
Mathematik und Naturwissenschaften der Universität Kassel vom 16. Juni 2010**

**Inhalt**

**I. Allgemeine Bestimmungen**

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Akademische Grade, Profiltyp
- § 3 Regelstudienzeit, Umfang des Studiums
- § 4 Prüfungsausschuss
- § 5 Prüfungsleistungen, Modulprüfungen, Wiederholungen

**II. Bachelorabschluss**

- § 6 Prüfungsteile des Bachelorabschlusses
- § 7 Praxismodul
- § 8 Bachelorarbeit, Kolloquium
- § 9 Bildung und Gewichtung der Note

**III. Übergangs- und Schlussbestimmungen**

- § 10 Übergangsbestimmungen
- § 11 In-Kraft-Treten

**Anlagen**

- Modulhandbuch
- Studienplan

## I. Gemeinsame Bestimmungen

### § 1 Geltungsbereich

Die Prüfungsordnung des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften für den Bachelorstudiengang Nanostrukturwissenschaften enthält ergänzende Regelungen zu den Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen mit den Abschlüssen Bachelor und Master (AB Bachelor/Master) der Universität Kassel in der jeweils geltenden Fassung.

### § 2 Akademischer Grad

(1) Aufgrund der bestandenen Prüfung wird der akademische Grad „Bachelor of Science“ (B.Sc.) durch den Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften verliehen.

### § 3 Regelstudienzeit, Umfang des Studiums

- (1) Die Regelstudienzeit für das Bachelorstudium beträgt einschließlich eines Praktikums und der Bachelorarbeit sechs Semester.
- (2) Im Bachelorstudium müssen 180 Credits erlangt werden, davon 12 Credits für die Bachelorarbeit.
- (3) Das Bachelorstudium kann nur zum Wintersemester begonnen werden.

### § 4 Prüfungsausschuss

- (1) Die Entscheidungen in Prüfungsangelegenheiten trifft der Prüfungsausschuss Nanostrukturwissenschaften.
- (2) Dem Prüfungsausschuss gehören an
  - a) drei Professorinnen oder Professoren (jeweils einer/eine aus den Instituten Chemie, Physik und Biologie)
  - b) eine wissenschaftliche Mitarbeiterin oder ein wissenschaftlicher Mitarbeiter,
  - c) eine Studierende oder ein Studierender des Bachelorstudiengangs.

### § 5 Prüfungsleistungen, Modulprüfungen, Wiederholungen

(1) Als Prüfungsleistungen kommen in Frage

- schriftliche Prüfung (30 bis 180 Minuten),
- mündliche Prüfung (15 bis 60 Minuten),
- Seminarvortrag
- Praktikumsbericht.

Näheres regelt das Modulhandbuch.

- (2) Die Modulprüfung ist bestanden, wenn alle Modulteilprüfungsleistungen mit mindestens „ausreichend“ bewertet werden.
- (3) Besteht eine Modulprüfung aus mehreren Modulteilprüfungsleistungen, so können die mit „nicht ausreichend“ bewerteten Teilprüfungsleistungen zweimal wiederholt werden.

(4) Modulprüfungsleistungen können im Einvernehmen mit den Prüfern bzw. den Prüferinnen in englischer oder in einer anderen Sprache erbracht werden.

## II. Bachelorabschluss

### § 6 Prüfungsteile des Bachelorabschlusses

(1) Der Bachelorabschluss besteht aus den Modulprüfungen der Pflichtmodule gem. Abs. (2) im Umfang von 144 Credits plus der Bachelorarbeit mit 12 Credits und den Wahlpflichtmodulen gem. Abs. (3) mit 24 Credits.

(2) Folgende Pflichtmodule im Umfang von 144 Credits sind zu erbringen:

Einführung Nanostrukturwissenschaften	5c
Allgemeine Chemie	8c
Mechanik und Wärme	7c
Mathematik I	9c
Biologische und biophysikalische Grundlagen	6c
Grundlagen der Anorganischen Chemie	10c
Elektrizität und Optik	7c
Mathematik II	9c
Praktikum Nanostrukturwissenschaften	9c
Grundlagen der Organischen Chemie	10c
Physikalische Chemie	10c
Anorganische Molekülchemie	6c
Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik	7c
Quanten, Atom- und Molekülphysik	8c
Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie	10c
Seminar Nanostrukturwissenschaften	6c
Festkörperphysik	6c
Grundlagen molekularer Maschinen	5c
Forschungspraktikum Nanostrukturen	6c
Bachelorarbeit	12c

(3) 24 Credits sind aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu erbringen:

Literaturrecherche	2c
Rechenmethoden	4c
Fachübergreifende Schlüsselkompetenzen	6c
Physik-Praktikum A	6c
Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie	6c
Quanten, Kerne, Relativität	6c
Theoretische Elektrodynamik	6c
Thermodynamik und Statistische Physik	6c
Physik-Praktikum B	6c
Optoelectronic Devices	6c
Theoretische Mechanik	6c
Praktikum Molekularbiologische Methoden	3c
Praktikum Biologische AFM Anwendungen	3c
Praktikum Biochemie	3c
Praktikum Zellbiologie	3c
Organische Photochemie und Spektrometrie	5c
Synthesechemie	9c
Praktikum Physikalische Chemie	6c
Physik-Praktikum F	6c
Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften	8c
Micromachining and optical device technology	6c
Nano-Sensorics	5c
Physik-Seminar	4c
Neurophysiologie	6c

### § 7 Praxismodul

(1) Das Praxismodul umfasst in der Regel das Wahlpflichtmodul „Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften“ im Umfang von sechs Wochen zusammen mit einer Auswahl aus weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von mindestens 12 Credits. Folgende Wahlpflichtmodule können im Rahmen des Berufspraktikums gewählt werden:

- Additive fachübergreifende Schlüsselkompetenzen (6c)
- Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie (6c)
- Micromachining and optical device technology (6c)
- Optoelectronic Devices (6c)
- Organische Photochemie und Spektrometrie (6c)
- Praktikum Biochemie (3c)
- Praktikum Biologische AFM Anwendungen (3c)
- Praktikum Molekulare Methoden (3c)
- Praktikum Physikalische Chemie (6c)
- Praktikum Zellbiologie (3c)

(2) Für das Praxismodul werden insgesamt 20 Credits vergeben. Zu dem Berufspraktikum ist einem vom Prüfungsausschuss zu benennenden Prüfer ein Praxisbericht vorzulegen, der die gewonnenen Erfahrungen wiedergibt. Der Praxisbericht wird mit „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet.

### § 8 Bachelorarbeit, Seminarvortrag

(1) Das Thema der Bachelorarbeit wird frühestens im fünften Semester auf Antrag ausgegeben. Das Bestehen folgender Pflicht- und Wahlpflichtmodule ist dabei nachzuweisen:

- Einführung Nanostrukturwissenschaften
- Allgemeine Chemie
- Mechanik und Wärme
- Mathematik I
- Biologische und biophysikalische Grundlagen
- Grundlagen der Anorganischen Chemie
- Elektrizität und Optik
- Mathematik II
- Praktikum Nanostrukturwissenschaften
- Grundlagen der Organischen Chemie
- Grundlagen der Physikalischen Chemie
- Anorganische Molekülchemie
- Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik
- Quanten, Atom- und Molekülphysik
- Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie
- Seminar Nanostrukturwissenschaften
- Festkörperphysik

sowie mindestens 15 Credits im Wahlpflichtbereich.

(2) Die Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit beträgt grundsätzlich neun Wochen und beginnt mit dem Tag der Bekanntgabe des Themas. Die Bearbeitung der Bachelorarbeit kann studienbegleitend über einen Zeitraum von maximal 18 Wochen erfolgen. Das Thema der Bachelorarbeit darf nur einmal und nur innerhalb des ersten drei Wochen zurückgegeben werden.

(3) Kann der erste Abgabetermin aus Gründen, die der Kandidat oder die Kandidatin nicht zu vertreten hat nicht eingehalten werden, so wird die Abgabefrist um die Zeit der Verhinderung, längstens jedoch um vier Wochen verlängert.

(4) Die Bachelorarbeit ist fristgerecht, d.h. spätestens 126 Tage nach der Bekanntgabe des Themas, in drei gebundenen schriftlichen Exemplaren beim Prüfungsausschuss abzugeben. Die Bachelorarbeit kann im Einvernehmen mit den Betreuern in englischer oder einer anderen Sprache erbracht werden.

### § 9 Bildung und Gewichtung der Note

(1) Bei der Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung gehen die Noten der eingebrachten Module mit einem Gewicht entsprechend der jeweiligen Anzahl von Creditpunkten ein. Das Modul „Bachelorarbeit“ wird mit der doppelten Anzahl seiner Creditpunkte gewichtet.

### **III. Übergangs- und Schlussbestimmungen**

#### **§ 10 Übergangsbestimmungen**

(1) Diese Prüfungsordnung gilt für alle Studierenden, die nach dem Inkrafttreten das Studium im Bachelorstudiengang Nanostrukturwissenschaften an der Universität Kassel aufnehmen.

(2) Studierende, die vor dem Inkrafttreten dieser Prüfungsordnung das Studium im Diplomstudiengang „Nanostrukturwissenschaft – Nanostructure and Molecular Sciences“ der Universität Kassel aufgenommen und das Diplom noch nicht abgeschlossen haben, werden während einer Übergangsfrist bis zum 31. März 2017 nach der bisher gültigen Diplomprüfungsordnung geprüft.

(3) Auf Antrag werden Studierende des auslaufenden Diplomstudiengangs Nanostrukturwissenschaften nach dieser Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Nanostrukturwissenschaften geprüft. Der Prüfungsausschuss entscheidet über die Anrechnung äquivalenter Studienbegleitender Prüfungsleistungen nach der auslaufenden Prüfungsordnung.

#### **§ 11 In-Kraft-Treten**

Diese Prüfungsordnung tritt am Tag nach ihrer Veröffentlichung im Mitteilungsblatt der Universität Kassel in Kraft.

Kassel, den 06. Dezember 2010

Der Dekan des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften  
Prof. Dr. Friedrich W. Herberg

Sem	Studienplan B. Sc. Nanostrukturwissenschaften																																			Σ Cr	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
6 SoSe	Molekulare Maschinen V+Tu		5		Wahlpflichtmodule						6		Forschungspraktikum Nanostrukturen				6		Bachelorarbeit Nanostrukturwissenschaften										12		29						
5 WS	Festkörperphysik V+S		6		Wahlpflichtmodule										18		Seminar Nanostrukturwissenschaften						6		30												
4 SoSe	Anorgan. Molekülchemie V+Tu		6		Grundlagen der Organischen Chemie V+Ü+P+S		10		Quanten-, Atom- und Molekülphysik V+Ü		8		Physikalische Chemie V+Ü		10		Mikro-, Molekularbiologie und Genetik V+WP A <sup>2</sup>		7		Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie V+WP B <sup>2</sup>						10		31								
3 WS	Elektrizität und Optik V+Ü		7		Grundlagen Anorganische Chemie V+P+S						10		Mathematik II V+Ü				9		Biolog.+ Bio-physikal. Grundlagen V+S		6		Einführung Nanostrukturwissenschaften V+S		5		29										
2 SoSe	Mechanik und Wärme V+Ü		7		Allgemeine Chemie V+Ü+P				8		Mathematik I V+Ü				9		V+S		6		V+S		5		31												
1 WS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37

Sem	- Wahlmodule <sup>3</sup> -																																			Σ Cr											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37										
6 SoSe	Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften <sup>5</sup>				8		Micromachining V+Ü				6		Physik-Seminar S		4																																18
5 WS	Nano-Sensorics V+P		5		Photochemie und Spektrometrie V+S		5		Synthesechemie V+S+P				9		Praktikum Physikal. Chemie P		6		Physik-Praktikum F P		6		Neurophysiologie V+S+P		6												37										
4 SoSe	Hochleistungswerkstoffe u. Nanotechnologie V+P		6		Theoretische Mechanik V+Ü		6		Molek. Meth. WP A <sup>2</sup>		3		AFM WP A <sup>2</sup>		3		Biochemie WP B <sup>2</sup>		3		Zellbiologie WP B <sup>2</sup>		3												21												
3 WS	Optoelectronic Devices V+P		6		Quanten, Kerne, Relativität V+P		6		Theoret. Elektrodynamik V+Ü				6		Thermodynamik/Statistik V+Ü		6		Physik-Praktikum B P				6												33												
2 SoSe	Physik-Praktikum A P		6																																6												
1 WS	Literatur-recherche V+Ü		2		Rechenmethodik V+Ü		4		Fachübergreifende Schlüsselkompetenzen <sup>4</sup>				6																																12		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37										

<sup>1</sup> Das 5. Semester ist als "Mobilitätsfenster" für Aufenthalte an anderen Universitäten im In- und Ausland vorgesehen.

<sup>2</sup> WP A und WP B sind = Wahlpflichtpraktika der Pflichtmodule "Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie" bzw. "Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik". Nicht im Rahmen des Pflichtmoduls gewählte Praktika können als separates Wahlmodul belegt werden.

Modultypen
Schwerpunktmodule Biologie
Schwerpunktmodule Chemie
Schwerpunktmodule Physik
Mathem. Grundlagenmodule
Interdisziplinäre Module
Wahlmodule

<sup>3</sup> Die Semesterzuordnung der Wahlmodule veranschaulicht, ab wann der Besuch eines bestimmten Wahlmoduls empfohlen wird. Außerdem gibt die Zuordnung Auskunft darüber, ob ein Wahlfach im WS oder im SoSe angeboten wird.

<sup>4</sup> Lehrveranstaltungen aus dem Zentralkatalog "Fachübergreifende Schlüsselkompetenzen" der Universität Kassel.

<sup>5</sup> Das Wahlpflichtmodul „Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften“ ist Teil des umfassenderen „Praktikumsmoduls“. Zur Anerkennung sind mindestens weitere 12 Credits aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu erbringen:

- Additive fachübergreifende Schlüsselkompetenzen (6c)
- Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie (6c)
- Micromachining and optical device technology (6c)
- Optoelectronic Devices (6c)
- Organische Photochemie und Spektrometrie (6c)
- Biochemie (3c)
- Biologische AFM Anwendungen (3c)
- Molekulare Methoden (3c)
- Physikalische Chemie (6c)
- Zellbiologie (3c).

**Modulhandbuch für den Studiengang „Bachelor of Science Nanostrukturwissenschaften“  
Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften der Universität Kassel**

**Studienziele und Lernergebnisse**

**Fachübergreifende Studienziele des Bachelor Nanostrukturwissenschaften**

- Der Studiengang Bachelor of Science Nanostrukturwissenschaften versetzt Studierende in die Lage, auf Basis breiter naturwissenschaftlicher Grundlagenkenntnisse an der Lösung von Problemen aus den Nanostrukturwissenschaften zu arbeiten.
- Aufgrund des interdisziplinären Charakters vieler Problemstellungen in den Nanostrukturwissenschaften werden Studierende auf eine Tätigkeit in Grenzgebieten zwischen den klassischen Disziplinen Chemie, Biologie und Physik vorbereitet.
- Absolventen sind in der Lage, sich in ihrer beruflichen Tätigkeit in konkrete Fragestellungen aus den Nanostrukturwissenschaften aus dem Bereich Forschung und Entwicklung einzuarbeiten und allein oder im Team an deren Lösung zu arbeiten. Sie beherrschen die Kommunikation in den verschiedenen Fachsprachen und können in interdisziplinär zusammengesetzten Wissenschaftler-Teams arbeiten.
- Der Studiengang bereitet Studierende darauf vor, interdisziplinäre Probleme aus den Nanostrukturwissenschaften durch logisch fundiertes Herangehen zu analysieren, in die fachlichen Zusammenhänge der verschiedenen Disziplinen richtig einzuordnen und naturwissenschaftliche Lösungsansätze zu erarbeiten.
- Absolventen können eine Berufstätigkeit aufnehmen, in der sie entweder an Aufgabenstellungen aus der wissenschaftlichen Forschungs- und Entwicklungspraxis mitarbeiten oder sie können im Managementbereich von Industrieunternehmen (Verkauf, Marketing), im Medienbereich (Öffentlichkeitsarbeit, Wissenschaftsjournalismus), bei Behörden oder Verbänden tätig werden.
- Auf der Basis solider wissenschaftlicher Grundlagen können Absolventen sich während ihrer Berufstätigkeit weiterbilden, neue Entwicklungen in ihrem Fachgebiet erkennen, bewerten und diese in ihre Arbeit einbeziehen. Ihre berufliche und eigene Weiterbildung können sie selbstständig und effektiv organisieren.
- Absolventen verfügen über zentrale Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsbereitschaft, Teamfähigkeit und soziale Kompetenzen. In ihrer Tätigkeit sind sie sich ihrer Verantwortung als Wissenschaftler gegenüber der Gesellschaft bewusst.

**Fachliche Kenntnisse des Bachelor Nanostrukturwissenschaften**

Die Absolventinnen und Absolventen besitzen grundlegende Kenntnisse und anschlussfähiges Wissen in den Bereichen:

- Anorganische Chemie, Physikalische Chemie und Organische Chemie
- Mechanik, Thermodynamik und Optik
- Quantenmechanik und Atomphysik
- Molekülphysik und Festkörperphysik

- Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie
- Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik

### **Fertigkeiten und Kompetenzen des Bachelor Nanostrukturwissenschaften**

- 1) Sie haben ein solides naturwissenschaftliches Basiswissen in den Bereichen Chemie, Physik und Biologie erworben, das sie zu einem prinzipiellen Problemverständnis im Bereich der Nanostrukturwissenschaften befähigt. In der Regel wird dies aber noch kein tiefer gehendes Verständnis aktueller Forschungsgebiete ermöglichen.
- 2) Sie haben ihr Wissen exemplarisch auf interdisziplinäre Aufgabenstellungen mit Bezug zu den Nanostrukturwissenschaften angewandt und damit die grundlegende Befähigung zur systematischen Lösung von wissenschaftlichen Problemstellungen erworben.
- 3) Sie haben grundlegende Prinzipien in den drei naturwissenschaftlichen Teilgebieten Chemie, Physik und Biologie verstanden und sind in der Lage, diese auf interdisziplinäre Fragestellungen anzuwenden.
- 4) Sie beherrschen die Fachsprache in Bezug auf Chemie, Physik und Biologie und können mit Fachwissenschaftlern dieser Disziplinen zu kommunizieren.
- 5) Sie sind befähigt, interdisziplinäre Probleme aus den Nanostrukturwissenschaften, die eine – zielorientierte und logisch fundierte Herangehensweise erfordern, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbständig einzuordnen und durch Einsatz naturwissenschaftlicher Methoden zu analysieren bzw. zu lösen.
- 6) Sie sind in der Lage, ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten einzusetzen und in ihrer beruflichen Tätigkeit verantwortlich zu handeln. Dabei können sie auch neue Tendenzen auf ihrem Fachgebiet erkennen und deren Methodik – gegebenenfalls nach entsprechender Qualifizierung – in ihre weitere Arbeit einbeziehen.
- 7) Sie können das im Bachelorstudium erworbene Wissen ständig eigenverantwortlich ergänzen und vertiefen und sind mit entsprechenden Lernstrategien vertraut (Lebenslanges Lernen). Insbesondere sind sie prinzipiell zu einem konsekutiven Masterstudium befähigt.
- 8) Sie haben in ihrem Studium einen ersten Einblick in wichtige Schlüsselqualifikationen (z. B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperationsbereitschaft, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) erhalten und sind befähigt, diese Fähigkeiten weiter auszubauen.
- 9) Sie haben Kommunikationstechniken erlernt und sind mit wesentlichen Elementen der englischen Fachsprache vertraut.
- 10) Sie sind dazu befähigt, eine geeignete wissenschaftliche Aufgabenstellung zu lösen und ihre Ergebnisse im mündlichen Vortrag und schriftlich (demonstriert in der Bachelorarbeit) zu präsentieren.

## Modulübersicht

Pflichtmodule			Integrierte Schlüssel- kompetenzen
NSP 1	Einführung Nanostrukturwissenschaften	5c	2c
NSP 2	Allgemeine Chemie	8c	
NSP 3	Mechanik und Wärme	7c	
NSP 4	Mathematik I	9c	
NSP 5	Biologische und biophysikalische Grundlagen	6c	
NSP 6	Grundlagen der Anorganischen Chemie	10c	
NSP 7	Elektrizität und Optik	7c	
NSP 8	Mathematik II	9c	
NSP 9	Praktikum Nanostrukturwissenschaften	9c	2c
NSP 10	Grundlagen der Organischen Chemie	10c	
NSP 11	Physikalische Chemie	10c	
NSP 12	Anorganische Molekülchemie	6c	
NSP 13	Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik	7c	
NSP 14	Quanten, Atom- und Molekülphysik	8c	2c
NSP 15	Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie	10c	1c
NSP 16	Seminar Nanostrukturwissenschaften	6c	3c
NSP 17	Festkörperphysik	6c	
NSP 18	Grundlagen molekularer Maschinen	5c	
NSP 19	Forschungspraktikum Nanostrukturen	6c	2c
NSP 20	Bachelorarbeit	12c	6c
<b>Summe Pflichtmodule</b>		<b>156 Credits</b>	<b>18 Credits</b>

<b>Wahlpflichtmodule</b>		<b>Integrierte Schlüsselkompetenzen</b>	
NSW 1	Literaturrecherche	2c	2c
NSW 2	Rechenmethoden	4c	
NSW 3	Fachübergreifende Schlüsselkompetenzen	6c	
NSW 4	Physik-Praktikum A	6c	3c
NSW 5	Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie	6c	1c
NSW 6	Quanten, Kerne, Relativität	6c	1c
NSW 7	Theoretische Elektrodynamik	6c	1c
NSW 8	Thermodynamik und Statistische Physik	6c	
NSW 9	Physik-Praktikum B	6c	3c
NSW 10	Optoelectronic Devices	6c	
NSW 11	Theoretische Mechanik	6c	1c
NSW 12	Praktikum Molekularbiologische Methoden	3c	
NSW 13			
NSW 14	Praktikum Biologische AFM Anwendungen	3c	
NSW 15	Praktikum Biochemie	3c	1c
NSW 16	Praktikum Zellbiologie	3c	
NSW 17	Organische Photochemie und Spektrometrie	5c	
NSW 18	Synthesechemie	9c	1c
NSW 19	Praktikum Physikalische Chemie	6c	
NSW 20	Physik-Praktikum F	6c	3c
NSW 21	Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften	8c	4c
NSW 22	Micromachining and optical device technology	6c	
NSW 23	Nano-Sensorics	5c	
NSW 24	Physik-Seminar	4c	3c
NSW 25	Neurophysiologie	6c	1c
<b>Erforderliche Credits in Wahlmodulen</b>		<b>24 Credits</b>	<b>6 Credits</b>
<b>Gesamtsumme aller Wahlmodule</b>		<b>128 Credits</b>	<b>25 Credits</b>
<b>156 Credits Pflichtmodule + 24 Credits Wahlmodule = 180 Credits</b>			

## NSP 1 Einführung in die Nanostrukturwissenschaften

Modulbezeichnung:	Einführung in die Nanostrukturwissenschaften
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Einführung in die Nanostrukturwissenschaften. Interdisziplinäre Ringvorlesung (2 SWS)</li> <li>• Seminar: Einführung in die Nanostrukturwissenschaften (2 SWS)</li> <li>• Vorlesung: Nanomaterialien: Struktur, Grenzflächen, Symmetrie (1 SWS, im SoSe)</li> </ul>
Semester:	Ab 1. Sem., Beginn immer im WS, zweisemestrig
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS + 1 SWS Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 75 h Selbststudium: 75 h <b>Summe: 150 h</b>
Kreditpunkte:	5 Credits (davon 2 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen anderen Studiengang der Universität Kassel
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Studierende kennen wesentliche Anwendungsbereiche, Aufgabenfelder und Forschungsrichtungen der Nanostrukturwissenschaften sowie der Nanotechnologie. Sie besitzen überblicksartiges Wissen über die interdisziplinäre Breite des wissenschaftlichen Arbeitsgebietes der Nanostrukturwissenschaften und der angewandten Nanotechnologie.</p> <p>Die Studierenden können wesentliche, fachübergreifende Aspekte der Nanostrukturwissenschaften und der Nanotechnologie beschreiben und sind exemplarisch mit wichtigen Konzepten und analytisch-präparativen Methoden der Nanostrukturwissenschaften vertraut. Sie können wesentliche Eigenschaften, Charakteristika und Funktionalitäten von Nanomaterialien und -strukturen benennen.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Studierende können wichtige Lern- und Studientechniken selbständig anwenden und haben erste Erfahrungen mit der Methodik des wissenschaftlichen Arbeitens gesammelt. Sie sind insbesondere mit den Eigenschaften und Möglichkeiten virtueller Lernplattformen vertraut, beherrschen die selbständige Literaturrecherche und haben erste Erfahrungen im wissenschaftlichen Vortrag.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des Begriffs der Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Natürliche Nanostrukturen und -phänomene</li> <li>• Meilensteine der Nanosciences (z. B. Microtubes, Fullerene)</li> <li>• Übersicht zu analytischen und präparativen Verfahren in den Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Anwendungsfelder der Nanotechnologie in Elektronik, Werkstofftechnik, Medizin, Pharmazie, Bauingenieurwesen, Lebensmitteltechnologie, Textilien, Automobilindustrie, Energie- und Umwelttechnik</li> <li>• Marktpotential und sozioökonomische Auswirkungen von Nanotechnologien</li> <li>• Staatliche Förderprogramme („Nano-Dialog“)</li> <li>• Visionen und Risiken („Nano-Toxicity“, „Nano-Ethics“)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemplarische Vorstellung von Wirtschafts- und Forschungseinrichtungen und aktueller Forschungsprojekte</li> <li>• Strukturen nanorelevanter Metalle, Halbleiter, Dielektrika</li> <li>• Grundlagen der Festkörperchemie und der Kristallographie</li> <li>• Vorstellung aktueller Projekt-, Bachelor-, Master-, Diplom- u. Promotionsarbeiten in den Nanostrukturwissenschaften an der Universität Kassel</li> <li>• Einarbeiten in die virtuelle Lernplattform „Moodle“</li> </ul>
Studienleistungen:	Aktive Teilnahme am Seminar
Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag (30 min.) oder eine schriftliche Ausarbeitung (5 Seiten) oder eine Klausur (60 min.) oder eine mündliche Prüfung (20 min.). Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 2 Allgemeine Chemie

Modulbezeichnung:	Allgemeine Chemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Allgemeine Chemie</li> <li>• Übung Allgemeine Chemie</li> <li>• Praktikum Allgemeine Chemie mit Begleitseminar</li> </ul>
Semester:	Ab 1. Semester, immer im WS
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt L3 (Chemie): Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt L2 (Chemie): Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt L4 (Chemie): Pflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3 SWS Übung 1SWS Praktikum mit Seminar 5 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 135h Selbststudium: 105h <b>Summe: 240 h</b>
Kreditpunkte:	8 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Keine
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb grundlegender Kenntnisse der Allgemeinen Chemie</li> <li>• Vertrautheit mit Vorgehensweise und gedanklicher Struktur einer experimentellen Naturwissenschaft</li> <li>• Verständnis für einfache chemische Zusammenhänge durch Anwendung grundlegender Prinzipien und Konzepte</li> <li>• Fähigkeit zum realitätsbezogenen, fachlichen Problemlösen, insbesondere im Hinblick auf nanostrukturwissenschaftlich relevante chemische Fragestellungen</li> <li>• Fähigkeit zum selbständigen Erwerb relevanten enzyklopädischen Wissens auf der Basis stofflicher Grundkenntnisse im situativen Kontext</li> <li>• Fähigkeit zur korrekten fachspezifischen Artikulation</li> <li>• Praktisch-handwerkliche Fertigkeiten im Kontext einer experimentellen Naturwissenschaft (sicheres und sauberes Hantieren mit Arbeitsgeräten und Gefahrstoffen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen)</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atombau, chemische Bindung, Zustandsformen der Materie</li> <li>• Thermodynamik, Kinetik, chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Säuren und Basen</li> <li>• Oxidation und Reduktion</li> <li>• Grundzüge der Chemie von Metallen und Nichtmetallen</li> </ul>
Studienleistungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfolgreich testierte Versuchsprotokolle zu den vorgesehenen Praktikumsversuchen</li> <li>• Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben</li> </ul>
Prüfungsleistungen:	Klausur (1–2 Stunden)

## NSP 3 Mechanik und Wärme

Modulbezeichnung:	Mechanik und Wärme
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Mechanik und Wärme</li> <li>• Übung Mechanik und Wärme</li> </ul>
Semester:	Ab 1. Semester, immer im WS
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. Informatik: Wahlpflichtmodul</li> <li>• Berufspädagogik (Physik): Pflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 5 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 105h Selbststudium: 105h <b>Summe: 210 h</b>
Kreditpunkte:	7 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse in Physik aus der Schule</li> <li>• Gute mathematische Fertigkeiten aus der Schule</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung solider Grundkenntnisse in der klassischen Physik als Basis für spätere Auseinandersetzung mit quantenphysikalischen Effekten auf der Nanometerskala</li> <li>• Kenntnis der physikalischen Größen und ihrer klassischen Definition aus den Bereichen Mechanik und Wärme als Basis für die spätere Verwendung dieser Größen zur quantitativen Beschreibung des Nanokosmos</li> <li>• Kenntnis der grundlegenden Gleichungen und Gesetzmäßigkeiten und anschauliche Vorstellung ihrer Bedeutung.</li> <li>• Kenntnis der Grenzen der klassischen Mechanik und Wärmelehre, insbesondere in Hinblick auf die Nanoskopische Welt.</li> <li>• Fähigkeit die physikalischen Modelle auf einfache Fälle anwenden zu können.</li> <li>• Fähigkeit zu erkennen, welche Effekte und Gesetzmäßigkeiten in einem bestimmten physikalischen Experiment relevant sind.</li> <li>• Kenntnis grundlegender physikalischer Meßmethoden aus der Mechanik und Wärmelehre.</li> <li>• Fähigkeit quantitative Vorhersagen für physikalische Vorgänge berechnen können, bei denen der Ansatz für die Rechnung direkt erkennbar ist.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit physikalischen Lehrbüchern.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit abstrakte Grundprinzipien auf konkrete physikalische Fallbeispiele aus der alltäglichen Umgebung anzuwenden (Grundstein für den Erwerb von Problemlösungskompetenz).</li> <li>• Training des logischen Denkens</li> </ul>

Inhalt:	<p style="text-align: center;"><b>Mechanik</b></p> <p>Zeit, Länge, Geschwindigkeit, Masse, Kraft, Beschleunigung, Newtonsche Axiome, Gravitation, mehrdimensionale Bewegungen, Kraftfelder, Arbeit, Energie, Impuls und Erhaltungssätze, Leistung, Reibung, Inertialsysteme, Dynamik starrer Körper, Kreisel, rotierende Bezugssysteme, Schwingungen (ungedämpft, gedämpft, erzwungen), deterministisches Chaos, Deformation fester Körper, ruhende Flüssigkeiten, strömende Flüssigkeiten und Gase</p> <p style="text-align: center;"><b>Wärmelehre</b></p> <p>Kinetische Gastheorie, Temperaturmessung, Boltzmannverteilung, Wärmekapazität, Hauptsätze der Thermodynamik, Wärmekraftmaschinen, Entropie, Wärmeleitung, Diffusion, Phasenübergänge, reale Gase, Erzeugung tiefer Temperaturen, Wärmestrahlung</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur (2 – 3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 4 Mathematik I

Modulbezeichnung:	Mathematik I
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung Mathematik I
Semester:	Ab 1. Semester, immer im WS
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Dozenten:	Dozenten des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Bauingenieurwesen (Pflichtmodul)</li> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaften (Pflichtmodul)</li> <li>• B. Sc. Umweltingenieurwesen (Pflichtmodul)</li> <li>• B. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen (Pflichtmodul)</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 90h Selbststudium: 180h <b>Summe: 270 h</b>
Kreditpunkte:	9 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Empfohlen: Fundierte Kenntnisse der Schulmathematik
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge
Lernziele und Kompetenzen:	Grundlegende mathematische Kenntnisse, die wesentlich für das Verständnis ingenieur- und naturwissenschaftlicher Veranstaltungen sind
Inhalt:	Vektorrechnung im $\mathbb{R}^3$ Folgen und Reihen reeller Zahlen, Reelle Funktionen einer Veränderlichen, Differentialrechnung einer Veränderlichen, Bestimmtes und unbestimmtes Integral, Taylor-Polynom und Taylor-Reihe
Studienleistungen:	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben
Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 5 Biologische und biophysikalische Grundlagen

Modulbezeichnung:	Biologische und biophysikalische Grundlagen
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Grundlagen der Biologie (4 SWS, im WS)</li> <li>• Vorlesung Grundlagen der Biophysik (1 SWS, im SoSe)</li> <li>• Seminar Grundlagen der Biophysik (1 SWS, im SoSe)</li> </ul>
Semester:	Ab 1.Sem., Beginn immer im WS, zweisemestrig
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Dozenten:	Prof. Langer, Prof. Nellen, Dr. Nowack, Prof. Herberg, Prof. Stengl, Prof. Weising, N.N.
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS + 1 SWS Seminar 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 90 h Selbststudium: 90 h <b>Summe: 180 h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Keine
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundverständnis biologischer Prinzipien, Vorgänge und Organisationsebenen und Modellsystemen der Biologie</li> <li>• Einblick in die (bio-)chemischen Grundlagen des Lebens</li> <li>• Verständnis der Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozesse</li> <li>• Überblick über die Vielfalt der Organismen</li> <li>• Verständnis der Kopplung von Struktur und Funktion</li> <li>• Selbständige Arbeit mit Lehrbüchern und begleitendem Internet-Angebot</li> <li>• Fähigkeit zu erkennen, wie physikalische Gesetzmäßigkeiten zur biologischen Informationsverarbeitung genutzt werden</li> <li>• Erwerb von Problemlösungskompetenzen für biophysikalische Aufgabenstellungen</li> <li>• Befähigung zu quantitativen Beschreibungen biologischer Systeme</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasser und Kohlenstoffverbindungen als essentielle Bausteine des Lebens</li> <li>• Molekulare und makromolekulare Bestandteile der Zelle</li> <li>• Struktur und Funktion eukaryotischer Zellen: Zellorganellen, Biomembranen und Cytoskelett</li> <li>• Einführung in die molekulare Genetik: Replikation, Mitose, Transkription und Translation</li> <li>• Pflanzliche Gewebetypen und Architektur einer Gefäßpflanze</li> <li>• Prokaryotische Zellen und Organismen; Bacteria und Archaea</li> <li>• Tierische Zellen, Gewebe und Organe</li> <li>• Baupläne der wichtigsten Tiergruppen</li> <li>• Grundlagen der Mykologie</li> <li>• Grundprinzipien der Ökologie: Autökologie und Synökologie</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Biophysik und der Photobiophysik</li><li>• Mechanik, Energetik und Kräfte in biologischen Systemen</li><li>• Kinetik und Thermodynamik in biologischen Systemen</li><li>• Biophysikalische Messmethoden</li><li>• Biomechanik und -energetik</li><li>• Anwendungen biophysikalischer Prinzipien in der Biosensorik</li></ul>
Studienleistungen:	Aktive Teilnahme am Seminar und Seminarvortrag (Bewertung „Bestanden“/“Nicht Bestanden“)
Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. 60 – 90 min.)

## NSP 6 Grundlagen Anorganische Chemie

Modulbezeichnung:	Grundlagen Anorganische Chemie								
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Grundlagen der Anorganische Chemie</li> <li>• Praktikum Qualitative und quantitative Analyse und Begleitseminar</li> </ul>								
Semester:	Ab 2. Sem., immer im SoSe								
Modulverantwortlicher:	Studiendekan								
Sprache:	Deutsch								
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. In Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul								
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3 SWS Praktikum mit Seminar 11 SWS								
Arbeitsaufwand:	<table> <tr> <td>Vorlesung:</td> <td>45h</td> </tr> <tr> <td>Praktikum inklusive Begleitseminar:</td> <td>165h</td> </tr> <tr> <td>Selbststudium:</td> <td>90 h</td> </tr> <tr> <td><b>Summe:</b></td> <td><b>300h</b></td> </tr> </table>	Vorlesung:	45h	Praktikum inklusive Begleitseminar:	165h	Selbststudium:	90 h	<b>Summe:</b>	<b>300h</b>
Vorlesung:	45h								
Praktikum inklusive Begleitseminar:	165h								
Selbststudium:	90 h								
<b>Summe:</b>	<b>300h</b>								
Kreditpunkte:	10 Credits								
Inhaltliche Voraussetzungen:	Modul Allgemeine Chemie (durch Nachweis der innerhalb dieses Moduls zu erbringenden Studienleistungen)								
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Für die Teilnahme an der Klausur bzw. der abschließenden mündlichen Prüfung sind Nachweis aller Studienleistungen und erfolgreiche Absolvierung aller modulbegleitenden Prüfungsleistungen erforderlich.</li> </ul>								
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Selbständige Durchführung qualitativer und quantitativer anorganischer Analysen, Synthese einfacher anorganischer Präparate mit Relevanz zu den Nanostrukturwissenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung grundlegender Prinzipien und Konzepte der Chemie für die Beurteilung konkreter stoffchemischer Verhaltensweisen</li> <li>• Erwerb struktur- und stoffchemischer Grundkenntnisse</li> <li>• Erarbeitung einer soliden Basis aus enzyklopädischem Wissen im Bereich der Anorganischen Struktur- und Stoffchemie, insbesondere im Bereich nanostrukturwissenschaftlich relevanter Substanzklassen (u. a. Metalle sowie Metalloxide, -sulfide u. a. typische Halbleitermaterialien)</li> <li>• Praktisch-handwerkliche Fertigkeiten im Kontext einer experimentellen Naturwissenschaft (sicheres und sauberes Hantieren mit allgemeinen und speziellen Arbeitsgeräten und Gefahrstoffen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen)</li> <li>• Differenzierte Beurteilung von Fehlerquellen beim chemisch-analytischen Arbeiten</li> <li>• Urteilsrationalität bzgl. Genauigkeit und Validität von Analysemethoden</li> </ul>								
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibende Stoffchemie der s-, p- und d-Block-Elemente</li> <li>• Vorkommen, Gewinnung, Verwendung und wichtige technische Prozesse unter Akzentuierung der für das tägliche Leben besonders relevanten Elemente</li> <li>• Grundzüge der anorganischen Strukturchemie</li> </ul>								

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der analytischen anorganischen Chemie</li></ul>
Studienleistungen:	Praktikumsbegleitende, unbenotete Kolloquien über den Inhalt von Vorlesung und Praktikum
Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modulbegleitend: Zwei Versuchsprotokolle zur Herstellung von Präparaten und die erfolgreiche Bearbeitung der anorganischen Analysen.</li><li>• Zum Abschluss des Moduls: Klausur (60 min.) oder Mündliche Prüfung (ca. 20–30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.</li></ul> Die beiden Teilnoten gehen zu gleichen Teilen in die Endnote ein.

## NSP 7 Elektrizität und Optik

Modulbezeichnung:	Elektrizität und Optik
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Elektrizität und Optik</li> <li>• Übung Elektrizität und Optik</li> </ul>
Semester:	Ab 2. Semester, immer im SoSe
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. Physik: Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt L4 (Physik): Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. Mathematik: Wahlpflichtmodul</li> <li>• B. Sc. Informatik: Wahlpflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 5 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 105h Selbststudium: 105h <b>Summe: 210 h</b>
Kreditpunkte:	7 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Physik aus der Schule Gute mathematische Fertigkeiten aus der Schule
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung solider Grundkenntnisse in der klassischen Physik als Basis für spätere Auseinandersetzung mit quantenphysikalischen Effekten auf der Nanometerskala.</li> <li>• Kenntnis der physikalischen Größen und ihrer Definition aus den Bereichen Elektrostatik, Elektrodynamik und Optik als Basis für die spätere Verwendung dieser Größen zur quantitativen Beschreibung des Nanokosmos.</li> <li>• Kenntnis der grundlegenden Gleichungen und Gesetzmäßigkeiten und anschauliche Vorstellung ihrer Bedeutung.</li> <li>• Kenntnis der Grenzen der klassischen Elektrostatik, Elektrodynamik und Optik, insbesondere in Hinblick auf Phänomene aus der Welt der Nanostrukturen.</li> <li>• Fähigkeit die physikalischen Modelle auf einfache Fälle anwenden zu können.</li> <li>• Fähigkeit zu erkennen, welche Effekte und Gesetzmäßigkeiten in einem bestimmten physikalischen Experiment relevant sind.</li> <li>• Kenntnis grundlegender physikalischer Meßmethoden aus der Elektrostatik, Elektrodynamik und Optik.</li> <li>• Fähigkeit quantitative Vorhersagen für physikalische Vorgänge berechnen können, bei denen der Ansatz für die Rechnung direkt erkennbar ist.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit physikalischen Lehrbüchern.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit abstrakte Grundprinzipien auf konkrete physikalische Fallbeispiele aus der alltäglichen Umgebung anzuwenden (Grundstein für den Erwerb von Problemlösungskompetenz).</li> <li>• Training des logischen Denkens</li> </ul>
Inhalt:	<b>Elektrostatik</b>

	<p>Ladung, elektrisches Feld, Potential, Influenz, Dielektrika, Kondensatoren</p> <p style="text-align: center;"><b>Elektrodynamik</b></p> <p>Elektrischer Strom, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln, bewegte Ladungen, Magnetfelder, Magnetfeld von Strömen, Kräfte auf bewegte Ladungen, Relativitätsprinzip und Elektromagnetische Felder, Materie im Magnetfeld, Induktion, Wechselströme, Schwingkreis, Maxwellsche Gleichungen, Wellen allgemein, Elektromagnetische Wellen, Hertzscher Dipol</p> <p style="text-align: center;"><b>Optik</b></p> <p>Elektromagnetische Wellen in Materie, Polarisation, Reflexion, Brechung, Fresnelsche Formeln, Kohärenz, Interferenz, Beugung am Spalt, Doppelspalt, Gitter, Geometrische Optik, Optische Instrumente</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p> <p>Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

## NSP 8 Mathematik II

Modulbezeichnung:	Mathematik II
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Mathematik II</li> <li>• Übung Mathematik II</li> </ul>
Semester:	Ab 2. Semester, immer im SoSe
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Bauingenieurwesen (Pflichtmodul)</li> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaften (Pflichtmodul)</li> <li>• B. Sc. Umweltingenieurwesen (Pflichtmodul)</li> <li>• B. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen (Pflichtmodul)</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 90h Selbststudium: 180h <b>Summe: 270 h</b>
Kreditpunkte:	9 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Empfohlen: Fundierte Kenntnisse der Mathematik I-Inhalte
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge
Lernziele und Kompetenzen:	Grundlegende mathematische Kenntnisse, die wesentlich für das Verständnis ingenieur- und naturwissenschaftlicher Veranstaltungen sind
Inhalt:	Lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinanten, Funktionen mehrerer Variabler, Differenzierbarkeit, Extremalprobleme, Taylor-Formel, Mehrdimensionale Integration, Komplexe Zahlen, Gewöhnliche Differentialgleichungen n-ter Ordnung und lineare Systeme 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten, Begriff der partiellen Differentialgleichung und Lösungsdarstellung für unterschiedliche Typen
Studienleistungen:	Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben
Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 9 Praktikum Nanostrukturwissenschaften

Modulbezeichnung:	Praktikum Nanostrukturwissenschaften
ggf. Lehrveranstaltungen:	Praktikum Nanostrukturwissenschaften mit Begleitseminar
Semester:	Ab 3. Sem., immer im WS
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Dozenten:	Prof. Matzdorf, Prof. Salbeck, PD Fuhrmann-Lieker, Dr. Kürpick, Dr. Stephan
Sprache:	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 7 SWS Begleitseminar 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit und Selbststudium in wechselnden Anteilen: Sechs Versuche aus physikalischer Sicht: 6 x 30h = 180h Drei Versuche aus dem interdisziplinären Gebiet der Kolloide und Grenzflächen 3 x 30h = 90h (Zeiten incl. der Anwesenheit im vorbereitenden Seminar bzw. Vor- und Nachbereitungszeiten) <b>Summe: 270 h</b>
Kreditpunkte:	9 Credits (davon 2 Credits integrierter Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Biologische und Biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Anorganische Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mathematik I+II</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Modul Allgemeine Chemie</li> <li>• Modul Mathematik I</li> <li>• Modul Mechanik und Wärme</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Effekte, die aufgrund von stehenden Wellen in Nanostrukturen entstehen (Quantisierung, Eigenfunktionen).</li> <li>• Kenntnis der Eigenfunktionen und deren Symmetrien in Atomen, Molekülen und quasi-eindimensionalen Nanostrukturen.</li> <li>• Erwerb einer anschaulichen Vorstellung von grundlegenden Phänomenen aus der Quantenmechanik anhand von makroskopischen Analogieexperimenten.</li> <li>• Verständnis der Bedeutung von Grenzflächen für die Eigenschaft von Nanosystemen.</li> <li>• Erlernen einer systematischen Durchführung wissenschaftlicher Experimente.</li> <li>• Erlernen der umfassenden Protokollierung von Messergebnissen.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit zur Auswertung von Messwerten, Berechnung</li> </ul>

	<p>physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Vorgehensweise bei der systematischen Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.</li> <li>• <u>Praktisches Erlernen der Synthese kolloidaler Nanopartikel</u></li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit physikalischen Messgeräten.</li> <li>• Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft experimenteller Ergebnisse.</li> <li>• Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen.</li> <li>• Schriftliche Präsentation eigener Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</li> <li>• Teamfähigkeit</li> </ul>
Inhalt:	<p>Im physikalischen Teil des Praktikums werden drei Experimente durchgeführt, bei denen quantenmechanische Effekte von der Nanometerskala auf die Zentimeterskala mittels akustischer Analogieexperimente transformiert werden. Zwei Experimente beschäftigen sich mit der Funktionsweise eines Rasterkraftmikroskops. In einem Experiment wird die Quantisierung der elektrischen Leitfähigkeit in Gold Nanodrähten gemessen und daraus der Wert für <math>2e^2/h</math> bestimmt.</p> <p>In den drei Versuchen zum interdisziplinären Themengebiet Kolloide und Grenzflächen werden folgende Inhalte behandelt: Grenzflächenthermodynamik, Grenzflächenaktivität und Mizellbildung, Adsorptionsisothermen, Benetzungsverhalten, Kontaktwinkelmessung, Stöber-Prozess, Synthese von Nanopartikeln.</p>
Studienleistungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Befragung zu jedem Versuch</li> <li>• Fertigstellung der Versuchsprotokolle in Absprache mit den Versuchsbetreuern</li> <li>• Aktive Teilnahme am begleitenden Seminar</li> </ul>
Prüfungsleistungen:	<p>Gebundener Praktikumsbericht mit allen Versuchsprotokollen und Auswertungen in der Endfassung.</p>

## NSP 10 Grundlagen der Organischen Chemie

Modulbezeichnung:	Grundlagen der Organischen Chemie	
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Einführung in die Organische Chemie</li> <li>• Praktikum Organisch-chemische Präparate mit integriertem Seminar</li> </ul>	
Semester:	Ab 3. Semester, Beginn im WS, zweisemestrig	
Modulverantwortlicher:	Studiendekan	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul	
Lehrform / SWS:	Vorlesung mit Übung 4 SWS Praktikum mit Seminar 6 SWS	
Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 60h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung 60h Praktikum mit integriertem Seminar: 90h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung 90h <b>Summe: 300h</b> (davon Präsenzzeit: 150h und Selbststudium: 150h)	
Kreditpunkte:	10 Credits	
Inhaltliche Voraussetzungen:	Allgemeine Chemie	
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> </ul>	
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Die Studierenden erhalten Kenntnisse über den Aufbau und die räumliche Struktur organischer Verbindungen.</p> <p>Sie können stoffliche Eigenschaften und Reaktivitäten der Verbindungsklassen anhand der grundlegenden funktionellen Gruppen erkennen sowie chemische Transformationen und fundamentale Reaktionsmechanismen verstehen.</p> <p>Die Studierenden erwerben die Basis zum Verständnis des Aufbaus organisch-chemischer Nanostrukturen und nanostrukturierter Materialien auf Kohlenstoff-Basis.</p> <p>Sie erwerben das Grundlagenwissen organisch-chemischer Transformationen von Materie durch eigenständige Versuche im Labor.</p> <p>Die Studierenden eignen sich Grundkenntnisse der Arbeitssicherheit im chemischen Labor im Umgang mit Risiko- und Sicherheitsklassen von Chemikalien an und sie trainieren den sicheren Umgang mit Lösungsmitteln und Reagenzien.</p> <p>Die Studierenden erhalten die Fähigkeit zur Dokumentation von eigenen, im Praktikum gewonnenen wissenschaftlichen Daten und Ergebnissen.</p>	
Inhalt:	<p>In der Vorlesung werden grundlegende Kenntnisse der Organischen Chemie vermittelt. Der Aufbau der Vorlesung orientiert sich vor allem an den in der Organischen Chemie bedeutenden Substanzklassen. Darüber hinaus werden ausführlich grundlegende Methoden und Konzepte der Organischen Chemie behandelt. An geeigneter Stelle wird jeweils der Bezug zu nanodimensionierten Verbindungen und zu nanostrukturierten organischen Materialien hergestellt.</p> <p>Das Praktikum soll die grundlegenden, präparativen Kenntnisse zur Durchführung organisch-chemischer Reaktionen vermitteln und zugleich die in der Einführungsvorlesung erworbenen Stoffkenntnisse unter Be-</p>	

	<p>rücksichtigung sicherheitstechnischer Aspekte vertiefen.</p> <p>Anhand ausgewählter Präparate werden hierbei Synthese- und Aufarbeitungsmethoden eingeübt und selbständig durchgeführt (z. B. fraktionierte Destillation bei Normal- sowie unter vermindertem Druck, Säulenchromatographie usw.). Es werden einfache analytische Verfahren (Dünnschichtchromatographie, IR-Spektroskopie) vermittelt und exemplarisch angewandt. Im Begleitseminar werden die theoretischen Hintergründe zu den einzelnen Versuchen diskutiert.</p>
Studienleistungen:	Durchführung und schriftliche Protokollierung und Auswertung von Versuchen
Prüfungsleistungen:	<p>Die Vorlesung wird mit einer Klausur (2 h) abgeschlossen.</p> <p>Modulbegleitend wird im Rahmen des Praktikums vor jedem Versuch ein kurzes Prüfungsgespräch (sog. „Antestat“ von je maximal 10 Min.) über die Inhalte des Experiments durchgeführt.</p> <p>Am Ende des Praktikums findet ein Kolloquium von 15 – 20 Minuten statt. Aus allen mündlichen Prüfungsleistungen des Praktikums wird als Durchschnittswert die Praktikumsnote berechnet.</p> <p>In die Modulnote gehen Praktikumsnote und Klausurnote mit einer Gewichtung von 40:60 ein.</p>

## NSP 11 Physikalische Chemie

Modulbezeichnung:	Physikalische Chemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundvorlesung Physikalische Chemie (3 SWS) im WS</li> <li>• Übung zur Grundvorlesung Physikalische Chemie (1 SWS)</li> <li>• Vorlesung Physikalische Chemie II (3 SWS) im SoSe</li> <li>• Übung zur Vorlesung Physikalische Chemie (1 SWS)</li> </ul>
Semester:	Ab 3. Sem., Beginn im WS, zweisemestrig
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3+3 SWS Übung 1 SWS +1SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 150h Selbststudium: 150h <b>Summe: 300h</b>
Kreditpunkte:	10 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	Das Modul dient der Erarbeitung solider Grundkenntnisse der Physikalischen Chemie als Basis für die spätere Auseinandersetzung mit analogen Effekten auf der Nanometerskala. Die Studierenden kennen und verstehen die zentralen Begriffe, Modelle und Gesetzmäßigkeiten der Teilgebiete der Physikalischen Chemie. Mathematische Denkweisen werden beim Lösen von physikalisch-chemischen Rechenaufgaben eingeübt.
Inhalt:	Gaskinetik, Zustandsgleichungen, Chemische Thermodynamik, chemisches Potential, chem. Gleichgewicht, Phasengleichgewichte, chemische Kinetik, Gleichgewichts-Elektrochemie, Theorie der elektrischen Leitfähigkeit, Reaktionskinetik, Aufbau der Materie, Photophysik, photophysikalische Chemie, Spektroskopie, dynamische Elektrochemie, elektrochemische Methoden
Studienleistungen:	Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen:	Eine zweistündige Klausur am Ende des gesamten Moduls

## NSP 12 Anorganische Molekülchemie

Modulbezeichnung:	Anorganische Molekülchemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Tutorium Komplexchemie (WS)</li> <li>• Vorlesung und Tutorium Metallorganische Chemie (SoSe)</li> </ul>
Semester:	Ab 3. Semester, Beginn WS, zweisemestrig
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS + 2 SWS Tutorium 1SWS + 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 90h Selbststudium: 90h <b>Summe: 180 h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Grundlagen Anorganische Chemie</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb vertiefter Kenntnisse im Bereich der molekularen Koordinationschemie der d-Block-Elemente</li> <li>• Fundiertes Verständnis von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen in der Molekülchemie der Elemente</li> <li>• Fähigkeit zur kritischen Reflexion etablierter Vorstellungen bzgl. der Bindungsverhältnisse von Molekülen</li> <li>• Verständnis für komplexe Molekülreaktionen</li> <li>• Vertieftes Verständnis für chemische und physikalische Eigenschaften von Koordinationsverbindungen sowie deren Relevanz im Alltag und in nanostrukturwissenschaftlichen Anwendungen</li> <li>• Fähigkeit zur differenzierten prognostischen Beurteilung chemischer und physikalischer Moleküleigenschaften</li> </ul>
Inhalt:	Klassische Koordinationschemie in z. T. vertiefter Betrachtung von chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie Biorelevanz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenklatur, Strukturen, Liganden, Isomerie und Komplexstabilität</li> <li>• Physikalische Eigenschaften (Farbigkeit, Absorptionsspektren, Magnetismus), Bindungsverhältnisse (Kristallfeld-, Ligandenfeld- und MO-Theorie)</li> <li>• Thermodynamische Aspekte der Kristallfeldaufspaltung</li> <li>• Reaktionsmechanismen</li> </ul> Grundzüge der Bioanorganischen Chemie Grundlagen der Metallorganischen Chemie der d-Block-Elemente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natur der Metall-Kohlenstoff-Bindung</li> <li>• Stabilität und Reaktivität metallorganischer Verbindungen</li> <li>• 18-Valenzelektronen-Regel und ihre Grundlagen</li> <li>• Wichtige Substanzklassen (Carbonyl-, Nitrosyl- und Distickstoff-Komplexe, Wasserstoff-Komplexe, Alkyl- und Arylkomplexe, Carben-, Carbin- und Carbido-Komplexe, Olefin-, Diolefin- und Alkin-Komplexe, Allyl- und Enyl-Komplexe, Sandwich-Komplexe</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Spezielle Aspekte: Isolobal-Analogie, Stickstoff-Aktivierung, agostische Wechselwirkungen, C-H- und C-C-Aktivierung</li></ul>
Studienleistungen:	Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. 90 min.) oder mündliche Prüfung (ca. 45 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 13 Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik

Modulbezeichnung:	Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik						
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Mikrobiologie (im WS)</li> <li>• Vorlesung Genetik (im WS)</li> <li>• Praktikum Molekulare Methoden oder Biologische AFM-Anwendungen (im SoSe)</li> </ul>						
Semester:	Ab 3. Semester, Beginn im WS, zweisemestrig						
Modulverantwortlicher:	Studiendekan						
Sprache:	Deutsch						
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul						
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS + 2 SWS Praktikum 3 SWS						
Arbeitsaufwand:	<table> <tr> <td>Präsenzzeit:</td> <td>105h</td> </tr> <tr> <td>Selbststudium:</td> <td>105h</td> </tr> <tr> <td><b>Summe:</b></td> <td><b>210h</b></td> </tr> </table>	Präsenzzeit:	105h	Selbststudium:	105h	<b>Summe:</b>	<b>210h</b>
Präsenzzeit:	105h						
Selbststudium:	105h						
<b>Summe:</b>	<b>210h</b>						
Kreditpunkte:	7 Credits						
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologisch-biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>						
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften						
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Studierende erwerben ein grundlegendes Verständnis vom Aufbau einer Mikroorganismenzelle bzw. eines Virus und der Genetik und Stoffwechseleigenschaften der Zelle. Sie kennen die Systematik der Prokaryonten, ihre biotechnologische Anwendung und ihre Ökologie.</p> <p>Studierende sind mit den grundlegenden Arbeitsmethoden und Sicherheitsbestimmungen in der mikrobiologischen, molekularbiologischen und genetischen wissenschaftlichen Arbeit vertraut. Sie begreifen die Genetik als interdisziplinäre Schlüsselwissenschaft, die auf Erkenntnisse der Chemie, der Physik, der klassischen und molekularen Biologie, der Statistik und der Biochemie gleichermaßen zurückgreift.</p> <p>Studierende kombinieren Lehrinhalte aus verschiedenen wissenschaftlichen Arbeitsfeldern, um komplexe Aufgaben im Bereich der biologisch orientierten Nanostrukturwissenschaften interdisziplinär lösen bzw. Vorschläge für methodische Herangehensweisen machen zu können.</p> <p>Lernziele und Kompetenzen: des gewählten Praktikums sind der Modulbeschreibung des entsprechenden Wahlmoduls zu entnehmen.</p>						
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morphologie der Mikroorganismen-Zelle</li> <li>• Systematik der Prokaryonten (Bacteria und Archaea)</li> <li>• Physiologie, Evolution und Ökologie von Mikroorganismen</li> <li>• Grundlagen der klassischen und molekularen Genetik</li> <li>• Viren, Viroide, Bakteriophagen</li> <li>• Einführung in Populationsgenetik und Quantitative Genetik</li> <li>• Einführung in die grundlegenden mikrobiologischen, molekularbiologischen und genetischen Arbeitsmethoden und Anwendungen sowie die Sicherheitsbestimmungen beim Umgang mit Mikroorganismen</li> <li>• Grundlagen der Gentechnik und Biotechnologie</li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethische Überlegungen zu Gentechnik und Biomedizin.</li> </ul> <p>Die Inhalte des gewählten Praktikums sind der Modulbeschreibung des entsprechenden Wahlmoduls zu entnehmen.</p>
Studienleistungen:	<p>Teilnahme an drei Klausuren (Mikrobiologie, Genetik, Praktikum) von je ca. 60 – 90 Min. Dauer. Alle Klausuren müssen bestanden sein. Nach Wahl des Studierenden werden zwei Klausuren als unbenotete Studienleistungen gewertet. Alternativ kann anstelle der Klausuren auch je eine mündliche Prüfung von ca. 30 min. durchgeführt werden. Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.</p> <p>Aktive Teilnahme am Praktikum</p>
Prüfungsleistungen:	<p>Eine der drei Klausuren bzw. mündlichen Prüfungen wird nach Wahl des Studierenden als benotete Prüfungsleistung gewertet.</p>

## NSP 14 Quanten, Atom- und Molekülphysik

Modulbezeichnung:	Quanten- und Atomphysik
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Übung Quantenmechanik für Nanostrukturwissenschaftler (3 SWS + 1 SWS)</li> <li>• Vorlesung Atom- und Molekülphysik (4 SWS)</li> </ul>
Semester:	Ab 4. Sem., immer im SoSe
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS + 3 SWS = 7 SWS Übung 1SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 120h Selbststudium: 120h <b>Summe: 240h</b>
Kreditpunkte:	8 Credits (davon 2 Credits integrierte Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mathematik I + II</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Modul Mechanik und Wärme</li> <li>• Modul Elektrizität und Optik</li> <li>• Modul Mathematik I + II</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegendes Verständnis der Quantenphysik und Einsicht in den Welle-Teilchen-Dualismus und in die Unterschiede zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik.</li> <li>• Kenntnis quantenphysikalischer Effekten in Nanostrukturen.</li> <li>• Fähigkeit die Größenordnung in der Energie verschiedener Effekte abschätzen zu können.</li> <li>• Fähigkeit Experimente zur Messung quantenphysikalischer Effekte erklären zu können.</li> <li>• Kenntnis der Bedeutung quantenmechanischer Effekte für die Nanostrukturwissenschaften.</li> <li>• Fähigkeit zur Einschätzung inwieweit quantenmechanische Effekte bei nanoskaligen Problemen zu berücksichtigen sind.</li> <li>• Wissen über typische Beispielanwendungen der Quantenmechanik und die wichtigsten Näherungsmethoden.</li> <li>• Fähigkeit mit quantenphysikalischen Effekten zu argumentieren</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantennatur des Lichtes</li> <li>• Elemente der Quantenmechanik</li> <li>• Elektronen in Nanostrukturen</li> <li>• Atombau</li> <li>• Ein-Elektron-Systeme</li> <li>• Atome mit mehreren Elektronen</li> <li>• Optische Spektren</li> <li>• Laser</li> <li>• Moleküle</li> <li>• Versagen klassischer Physik</li> <li>• Schwarzkörperstrahlung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtelektrischer Effekt</li> <li>• Compton-Effekt, Franck-Hertz-Versuch</li> <li>• De-Broglie'sche Wellen mit der Einführung von Materiewellen</li> <li>• Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten, Dispersionsrelationen</li> <li>• Statistische Deutung der De Broglie'schen Wellen</li> <li>• Aufenthalts-wahrscheinlichkeit, Superpositionsprinzip</li> <li>• Heisenberg'sche Unschärferelation, Schrödingergleichung</li> <li>• Behandlung einfacher rechteckiger Potentiale: Potentialstufen, Potentialbarrieren.</li> <li>• Der quantenmechanische Harmonische Oszillator.</li> <li>• Erste Grundlagen des Formalismus mit Erwartungswerten von Operatoren, deren Eigenwerten und Eigenfunktionen, Kommutatoren und deren Eigenschaften</li> <li>• Drehimpulsoperator und Anwendung beim Wasserstoffproblem</li> <li>• Lösung der Radialgleichung beim Wasserstoffproblem</li> <li>• Reduzierte Masse</li> <li>• Ströme in Atomen</li> <li>• Grundzüge der zeitunabhängigen Störungsrechnung</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Entwicklung einer sicheren Vorstellung über Struktur und Funktion der mikroskopischen bzw. nanoskopischen Welt.</p> <p>Auseinandersetzung mit philosophischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Quantenmechanik.</p> <p>Erwerb der Fähigkeit mit den Mitteln einer abstrakten Theorie, die sich der Vorstellung weitgehend entzieht, argumentieren zu können und Probleme aus den Nanostrukturwissenschaften lösen zu können.</p>
Studienleistungen:	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistungen:	Klausur ( ca. 2-3h) oder mündliche Prüfung (30-60 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 15 Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie

Modulbezeichnung:	Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Zellbiologie (2 SWS)</li> <li>• Vorlesung Biochemie I (3 SWS)</li> <li>• Vorlesung Tierphysiologie (2 SWS)</li> <li>• Praktikum Zellbiologie oder Biochemie (3 SWS)</li> </ul>
Semester:	Ab 4. Semester, immer im SoSe
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. In Nanostrukturwissenschaften (Pflichtmodul)
Lehrform / SWS:	Vorlesungen 3 SWS + 2 SWS + 2 SWS = 7 SWS Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 150h Selbststudium: 150h <b>Summe: 300h</b>
Kreditpunkte:	10 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung Studiengang B. Sc. Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Studierende verstehen die Bedeutung von Modellorganismen für die Zellbiologie und sind mit den dynamischen Aspekten der Zelle und ihrer molekularen Grundlagen als Grundlage spezialisierter Zellfunktionen vertraut.</p> <p>Ihr Verständnis biochemischer Stoffwechselleistungen des zellulären Metabolismus geht über ein einfaches Erlernen von Stoffwechselkreislaufprozessen hinaus und umfasst die kritische Auseinandersetzung mit regulatorischen Prozessen innerhalb der eukaryotischen Zelle.</p> <p>Studierende haben gelernt, molekulare Mechanismen von Proteinen als Vorlage für mechanische Elemente auf der Nanometerskala zu verstehen. Sie verfügen über solide Grundkenntnisse in Neurobiologie und verstehen die Funktionsweise von Nervenzellen im Gehirn und in sensorischen Neuronen peripherer Sinnesorgane.</p> <p>Zusammensetzungen und Funktionsweisen erregbarer Membranen und spezieller Zellorganellen sind ihnen bekannt und sie können die biophysikalischen Prozesse der Aufnahme, Weiterleitung und Prozessierung von Informationen darstellen.</p> <p>Lernziele und Kompetenzen: des gewählten Praktikums sind der Modulbeschreibung des entsprechenden Wahlmoduls zu entnehmen.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständiges Arbeiten mit Lehrbüchern</li> <li>• Fähigkeit, die Grundprinzipien des Stoffwechsels mit Grundlagen der organischen Chemie zu verbinden</li> <li>• Grundlegende Problemlösungskompetenz in biochemischen und molekularbiologischen Kontexten</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritisches Hinterfragen biochemischer und molekularbiologischer Messergebnisse</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellorganellen, Vesikelbildung, -transport, und -fusion, Cytoskelett, Proteintargeting, Zellcyclus, Apoptose, Zell-Zell und Zell-Matrix Interaktionen, Signaltransduktion</li> <li>• Kohlenhydrate und ihre Polymere</li> <li>• Glycolyse, Citratzyklus, Oxidative Phosphorylierung</li> <li>• Stoffwechsel, Energiehaushalt, Energiebilanz</li> <li>• Grundlagen u. Mechanismen der Stoffwechselregulation</li> <li>• Nukleotidstoffwechsel</li> <li>• Lipide, Fettsäuren, Fette, Phospholipide, Glycolipide</li> <li>• Proteine: Aminosäuren, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur, Proteinfaltung</li> <li>• Strukturproteine, Membranproteine, Motorproteine, Hämoglobin als allosterisches Protein</li> <li>• Grundlagen der Enzymkinetik, Enzymregulation, Enzymkatalysemechanismen</li> <li>• Nernst-Gleichung, Donnan- Gleichgewichte</li> <li>• Berechnung von elektrischen Potentialen</li> <li>• Informationsweiterleitung in Neuronen, Rezeptoren, Ionenkanalfunktionen</li> <li>• Aktiver Transport von Ionen durch Ionenpumpen</li> <li>• G-Proteine, Enzyme und andere Moleküle von Signaltransduktionskaskaden, Transmitterfreisetzungsprozesse</li> <li>• Zusammensetzung erregbarer Membranen.</li> <li>• Informationsverarbeitung in Neuronalen Netzen</li> <li>• Sinneszell- und Gehirnfunktionen als Grundlage organismischen Verhaltens</li> <li>• Neurochemische Grundlagen des Nervensystems und Entwicklung von Nervensystemen</li> </ul> <p>Die Inhalte des gewählten Praktikums sind der Modulbeschreibung des entsprechenden Wahlmoduls zu entnehmen.</p>
Studienleistungen:	<p>Teilnahme an drei Klausuren (je ca. 90 Min). Alle drei Klausuren müssen bestanden sein. Nach Wahl des Studierenden werden zwei Klausuren als unbenotete Studienleistungen gewertet.</p> <p>Aktive Teilnahme an einem der beiden zur Auswahl stehenden Praktika.</p>
Prüfungsleistungen:	<p>Eine der drei bestandenen Klausuren wird nach Wahl des Studierenden als benotete Prüfungsleistung gewertet.</p> <p>Wird Biochemie als Praktikum gewählt ist zusätzlich eine Ausarbeitung eines schriftlichen Versuchsprotokolls von 5 bis 10 Seiten anzufertigen.</p> <p>Wird Zellbiologie als Praktikum gewählt ist zusätzlich eine Klausur (ca. 1h) oder mündliche Prüfung (15-30 min.) zu absolvieren. (Die Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.)</p>

## NSP 16 Seminar Nanostrukturwissenschaften

Modulbezeichnung:	Seminar Nanostrukturwissenschaften
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar Aktuelle Themen der Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Seminar Anwendungen der Nanotechnologie</li> </ul>
Semester:	5. Sem.
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	<p>Seminar 2 SWS + 2 SWS</p> <p>Das Konzept des Moduls Seminar Nanostrukturwissenschaften sieht vor, dass Studierenden sowohl rezeptive als auch aktive Fähigkeiten der wissenschaftlichen Kommunikation erwerben. In Seminarvorträgen, die von Dozenten und Masterstudierenden gehalten werden, trainieren sie die effiziente Aufnahme neuer und komplexer Informationen sowie die Diskussion wissenschaftlicher Informationen ein. In Seminarvorträgen, die von ihnen selbst gehalten werden, üben sie die Rolle des Vortragenden und lernen, sich auf verschiedene Zielgruppen einzustellen. Die von Ihnen ausgearbeiteten Vorträge werden zunächst der eigenen Seminargruppe vorgestellt. Anschließend halten die Studierenden den Vortrag ein weiteres Mal vor Bachelorstudierenden aus dem ersten Semester. Diese Vorträge finden dort im Rahmen des Moduls „Einführung in die Nanostrukturwissenschaften“ statt.</p>
Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Selbststudium: 120 h</p> <p><b>Summe: 180 h</b></p>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 integrierte Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Modul Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit, sich in ein Thema aus den Nanostrukturwissenschaften anhand von ersten Literaturangaben selbstständig einzuarbeiten. Sie können zu einer Fragestellung aus den Nanostrukturwissenschaften einen Vortrag auszuarbeiten, übersichtliche und gut verständliche Präsentationsfolien erstellen und für die Präsentation mit Beamer einrichten. Sie sind in der Lage, in freier Rede wissenschaftliche Inhalte unter Einhaltung von Zeitvorgaben und Standards guter wissenschaftlicher Praxis vorzutragen. Sie sind fähig, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen bzw. zu moderieren.</p> <p>Studierende können die wesentlichen Punkte eines wissenschaftlichen Vortrags erfassen und der wissenschaftlichen Diskussion zu einem Vortragsthema folgen. Sie können Fragen kompetent stellen bzw. an Sie gerichtete Fragen zielbewusst beantworten.</p> <p>Die Studierenden können wissenschaftliche Inhalte auch für fachfremde Zielgruppen oder wissenschaftliches Laienpublikum verständlich aufbereiten und interessant darzustellen.</p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Forschungsfelder der Nanostrukturwissenschaften und der Nanotechnologie und haben einen Über-</p>

	blick über wichtige Methoden und Anwendungsgebiete der Nanotechnologie.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Themen und Inhalte aus verschiedenen nanostrukturwissenschaftlichen Schwerpunkten des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften (z. B. Vorstellung von Ergebnissen aus Arbeitsgruppen, ausgewählte Vorträge des Kolloquiums der Gesellschaft der Deutschen Chemiker, Präsentationen von Master- u. Promotionsarbeiten)</li> <li>• Anwendungsfelder der Nanotechnologie in Elektro- und Werkstofftechnik, Medizin, Pharmazie, Bauingenieurwesen, Lebensmitteltechnologie, Textil- und Automobilindustrie, Energie- und Umwelttechnik, Toxikologie u. a.</li> </ul>
Studienleistungen:	<p>Die Studierenden halten einen Vortrag von ca. 15 Minuten vor Studierenden des Bachelorprogramms Nanostrukturwissenschaften aus dem ersten Semester innerhalb des Moduls "Einführung in die Nanostrukturwissenschaften". Das Thema dieses Vortrags ist identisch zu dem benoteten Vortrag vor der Seminargruppe (siehe unter Prüfungsleistung). Allerdings soll die Darstellung inhaltlich und formal an das Niveau von Studierenden des ersten Semesters angepasst werden.</p> <p>Studierenden beteiligen sich aktiv an allen Seminardiskussionen.</p>
Prüfungsleistungen:	Die Studierenden halten einen Vortrag von ca. 30 Minuten inklusive anschließender fachlicher Diskussion und fertigen dafür ein schriftliches Handout an.

## NSP 17 Festkörperphysik

Modulbezeichnung:	Festkörperphysik
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Festkörperphysik</li> <li>• Vorlesung Elektronische Bauelemente</li> </ul>
Semester:	5. Sem.
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Vorlesung Elektronische Bauelemente 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 90h Selbststudium: 90h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Mechanik und Wärme</li> <li>• Modul Elektrizität und Optik</li> <li>• Quanten, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Mathematik I + II</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Modul Mechanik und Wärme</li> <li>• Modul Elektrizität und Optik</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit quantenmechanische Grundprinzipien auf Fragestellungen der Festkörperphysik anzuwenden.</li> <li>• Kenntnis und anschauliche Vorstellung der grundlegenden Modelle aus der Festkörperphysik</li> <li>• Kenntnis der grundlegenden experimentellen Methoden aus der Festkörperphysik zur Messung von Kristallstruktur, Phononen und elektronischer Struktur.</li> <li>• Kenntnis der Effekte die bei der Nanostrukturierung von Festkörpern auftreten und Fähigkeit diese auf quantenmechanische Grundprinzipien zurückzuführen.</li> <li>• Fähigkeit zum Transfer physikalischer Grundlagen auf Anwendungen mit Halbleitern, bei der die Strukturierung von Festkörpern eine wesentliche Rolle spielt.</li> <li>• Methodisches Verständnis des Aufbaus und der Wirkungsweise elektronischer Bauelemente</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Materie</li> <li>• Kristallstrukturen, Strukturbestimmung</li> <li>• Gitterfehler, Gitterschwingungen</li> <li>• Freie Elektronen im Festkörper</li> <li>• Elektrische Leitfähigkeit und Bändertheorie</li> <li>• Halbleiter</li> <li>• Optische (dielektrische) und thermische Eigenschaften</li> <li>• Technischer Einsatz von Halbleitermaterialien</li> <li>• Aufbau, Funktionsprinzip und Herstellungsprozesse von wichtigen elektronische Bauelementen (pn-Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor)</li> </ul>
Studienleistungen:	
Prüfungsleistungen:	Klausur (2 -3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.)

## NSP 18 Grundlagen molekularer Maschinen

Modulbezeichnung:	Grundlagen molekularer Maschinen
ggf. Untertitel:	Organische Chemie II
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung Organische Chemie II Tutorium Organische Chemie II
Semester:	5. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Tutorium 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 75h Selbststudium: 75h <b>Summe: 150h</b>
Kreditpunkte:	5 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Grundlagen der Organischen Chemie
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung Studiengang B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Grundlagen der Organischen Chemie</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse über Struktur und Aufbau nanoskopischer Materialien.</li> <li>• Sie haben einen Überblick über Möglichkeiten der chemischen Manipulation nanodimensionierter Materialien.</li> <li>• Die Studierenden kennen Zusammenhänge zwischen chemischer Struktur und chemisch manipulierbaren Eigenschaften.</li> <li>• Die Studierenden sind beispielhaft mit wesentlichen funktionalen Nanosystemen vertraut: Sensoren, molekulare Schalter, mobilitätskontrollierbare Systeme.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung abgestufter Reaktivitäten im Aufbau nanodimensionierter organisch-chemischer Materie.</li> <li>• Exemplarische Darstellung anhand von Verbindungen mit Carbonylgruppen und von Heterocyclen mit einer variablen Anzahl an Heteroatomen (N, S, O).</li> <li>• Thermisch und photochemisch induzierte Aufbauprinzipien und Schaltvorgänge</li> <li>• Praktische Verwendung molekularer Systeme in innovativen chemischen Nanostrukturen.</li> </ul>
Studienleistungen:	
Prüfungsleistungen:	Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 19 Forschungspraktikum Nanostrukturwissenschaften

Modulbezeichnung:	Forschungspraktikum Nanostrukturwissenschaften
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungspraktikum</li> <li>• Forschungsseminar</li> </ul>
Semester:	Ab 5. Sem.
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Forschungspraktikum 3–4 Wochen Forschungsseminar 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Arbeit im Forschungslabor: 140h Selbststudium (Bericht und Vortrag): 40h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 2 Credits integrierte Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Grundlagen der Organischen Chemie</li> <li>• Physikalische Chemie</li> <li>• Anorganische Molekülchemie</li> <li>• Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik</li> <li>• Quanten, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende besitzen die Fähigkeit, sich in aktuelle, relativ forschungsnahe nanostrukturwissenschaftliche Spezialgebiete effektiv einzuarbeiten</li> <li>• Studierende sind in der Lage, Laborarbeiten selbständig nach der Methodik wissenschaftlicher Arbeit und den Standards guter wissenschaftlicher Praxis durchzuführen</li> <li>• Studierende kennen wesentliche Strukturelemente und Arbeitsschritte eines wissenschaftlich-technologischen Projekts</li> <li>• Sie haben Sicherheit in Lern- und Arbeitstechniken gewonnen und ihre wissenschaftliche Kommunikationskompetenzen in deutscher und englischer Sprache vertieft.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sind in der Lage Fachliteratur zu einem aktuellen Thema der Nanostrukturwissenschaften selbst zu recherchieren und dabei die fachgebietstypischen Datenbanken zu verwenden.</li> <li>• Studierende können sich in ein international zusammengesetztes Forscherteam integrieren und innerhalb des Teams kommunizieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage ihre eigenen Fähigkeiten während des Forschungsprojektes richtig einzuschätzen und können Aufgaben über-</li> </ul>

	<p>nehmen, die die Arbeit des Teams voranbringt.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Studierende trainieren ihre interkulturellen und sozialen Kompetenzen.</li></ul>
Inhalt:	Wechselnde Fragestellungen aus den Nanostrukturwissenschaften
Studienleistungen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durchführung experimenteller, laborpraktischer Arbeiten</li><li>• Aktive Teilnahme am Forschungsseminar</li></ul>
Prüfungsleistungen:	Vortrag bzw. Präsentation inkl. Diskussion (30 min.) oder Schriftliche Ausarbeitung (ca. 15 Seiten). Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSP 20 Bachelorarbeit

Modulbezeichnung:	Bachelorarbeit
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten</li> <li>• Forschungsseminar</li> </ul>
Semester:	Ab 5. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten Seminar 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit und Selbststudium zusammen 360 Stunden
Kreditpunkte:	12 Credits (davon 6 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Grundlagen der Organischen Chemie</li> <li>• Physikalische Chemie</li> <li>• Anorganische Molekülchemie</li> <li>• Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik</li> <li>• Quanten, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie</li> <li>• Festkörperphysik</li> <li>• Seminar Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Wahlmodule je nach fachlichem Schwerpunkt und Themenstellung der Bachelorarbeit</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Pflicht Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Grundlagen der Organischen Chemie</li> <li>• Physikalische Chemie</li> <li>• Anorganische Molekülchemie</li> <li>• Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik</li> <li>• Quanten, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie</li> <li>• sowie mindestens 15 Credits im Wahlpflichtbereich</li> </ul>

Lernziele und Kompetenzen:	Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung aus einem Fachgebiet, das den Nanostrukturwissenschaften zugeordnet wird, einzuarbeiten, die erlernten Methoden anzuwenden und die Ergebnisse in verständlicher Form darzustellen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung einer Problemlösungskompetenz</li> <li>• Entwicklung der Fähigkeit Fragestellungen aus den Nanostrukturwissenschaften und teilweise übergreifende Probleme durch zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbstständig einzuordnen, zu analysieren und möglichst weitgehend zu lösen.</li> <li>• Erlernen der Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Einarbeiten in wissenschaftliche Literatur zu einer eng umgrenzten Problemstellung.</li> <li>• Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit.</li> <li>• Kommunikationsfähigkeit über wissenschaftliche Fragestellungen.</li> <li>• Einsicht in die Arbeitsweise eines Forschungslabors</li> <li>• Vertiefung der Fähigkeiten zum Niederschreiben einer wissenschaftlichen Arbeit.</li> <li>• Studierende trainieren ihre interkulturellen und sozialen Kompetenzen.</li> <li>• Sie vertiefen ihre Fähigkeiten im aktiven Gebrauch der englischen Fachsprache.</li> </ul>
Inhalt:	Experimentelle oder theoretische Arbeit zu einer wissenschaftlichen Fragestellung aus der modernen Forschung. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dabei auf einer Fragestellung aus den Nanostrukturwissenschaften.
Studienleistungen:	
Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Abschlussarbeit</li> <li>• Mündliches Kolloquium</li> </ul>

## NSW 1 Literaturrecherche

Modulbezeichnung:	Literaturrecherche
ggf. Lehrveranstaltungen:	Ringvorlesung mit Übung
Semester:	Ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Ringvorlesung mit Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 30h Selbststudium: 30h <b>Summe: 60h</b>
Kreditpunkte:	2 Credits (davon 2 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	Studierende verfügen nach Absolvierung des Moduls über: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der Verfahrensweisen und der Strukturen zur internationalen Publikation wissenschaftlicher Forschungsergebnisse</li> <li>• Kenntnis einschlägiger Fachzeitschriften</li> <li>• Kenntnis der Zugriffsmöglichkeiten auf Zeitschriftenartikel</li> <li>• Fähigkeit, mit Hilfe von Datenbanken Literatur zu einer Fragestellung aus einem speziellen Fachgebiet zu recherchieren.</li> <li>• Fähigkeit zur Identifikation geeigneter Zeitschriftenartikel, Monographien und Lehrbücher, um sich ein neues Fachgebiet zu erschließen.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peer Review, Science Citation Index, Journal Impact Factor</li> <li>• Aufbau eines Literaturverzeichnisses</li> <li>• Prinzipien wissenschaftlicher Zitierweise, Zitationsstile</li> <li>• IT-gestützte Erstellung von Literaturverzeichnissen (Citavi)</li> <li>• Struktur von Artikeln in Fachzeitschriften</li> <li>• Recherche von Aufsätzen, Review Artikel, Tagungsbände, Monographien, Websites, Gray Literature etc.</li> <li>• Übersicht über die einschlägigen Fachzeitschriften in Nanostrukturwissenschaften, Physik, Biologie und Chemie</li> <li>• Übersicht über Zugangsmöglichkeiten zu wissenschaftlicher Literatur, Bibliographien, Literatursuche im Internet</li> <li>• Literaturdatenbanken, Fachportale und Kataloge, Elektronische Zeitschriftenbibliotheken</li> <li>• Begutachtung und Bewertung der gefundenen Publikationen bzgl. Ihrer Relevanz.</li> </ul>
Studienleistungen:	Durchführung von Internet- und Bibliotheksrecherchen, Literaturarbeit
Prüfungsleistungen:	Praktische Übung mit Literaturrecherche zu einer speziellen Fragestellung mit schriftlicher Ausarbeitung (10 Seiten) oder mündliche Prüfung von ca. 20 min. Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 2 Rechenmethoden

Modulbezeichnung:	Rechenmethoden
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung Rechenmethoden
Semester:	Ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul</li> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt L2 (Physik): Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt L4 (Physik): Pflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:           4h x 15 = 60h Selbststudium:                 60h <b>Summe: 120h</b>
Kreditpunkte:	4 Credits
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen o. g. Studiengänge
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende verfügen über Erfahrungen im praktischen Umgang mit mathematischen Methoden, die in den Naturwissenschaften zum Einsatz kommen und in der Lösung konkreter Aufgaben durch Einsatz geeigneter mathematischer Techniken.</li> <li>• Sie haben ihre mathematischen Fertigkeiten vertieft und verbreitert und besitzen damit das notwendige Handwerkszeug, um Fragestellungen aus den Nanostrukturwissenschaften quantitativ lösen zu können.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differentialrechnung, Integralrechnung</li> <li>• Potenzreihen, Taylorentwicklung</li> <li>• Komplexe Zahlen, Funktionen komplexer Variablen</li> <li>• Vektoralgebra</li> <li>• Matrizen, Eigenvektoren</li> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Einfache Differentialgleichungen</li> </ul>
Prüfungsleistungen:	Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 3 Fachübergreifende Schlüsselkompetenzen

Modulbezeichnung:	Fachübergreifende Schlüsselkompetenzen
ggf. Lehrveranstaltungen:	Lehrveranstaltungen, die im Veranstaltungsverzeichnis der Universität Kassel unter der Rubrik „Schlüsselkompetenzen fachübergreifend“ gelistet und für jedes Semester aktualisiert werden. Es handelt sich um ca. 200 Lehrveranstaltungen im Umfang von jeweils 1 bis 6 Credits.
Semester:	Ab. 1. Sem.
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Abhängig von der gewählten Lehrveranstaltung
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	In Abhängigkeit von den gewählten Lehrveranstaltungen
Arbeitsaufwand:	Die Verteilung von Präsenzzeit und Selbststudium ist abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen. Die Summe des gesamten Arbeitsaufwands beträgt 180h.
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Prinzipiell keine, ggf. sind empfohlene Voraussetzungen den aktuellen Veranstaltungshinweisen zu entnehmen.
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung für den Studiengang B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	Studierende erwerben relevantes, extradisziplinäres Fachwissen zum Beispiel in Wissenschaftsethik, Recht, Ökonomie oder Publizistik. Sie erarbeiten sich ein individuelles Arbeitsmarktprofil durch die Ausgestaltung und Vertiefung berufsqualifizierender Interessenschwerpunkte
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Die vermittelten Schlüsselkompetenzen sind abhängig von der jeweiligen Veranstaltung und können der Modulbeschreibung im Veranstaltungsverzeichnis entnommen werden (Beispiele sind: Kommunikationsfähigkeit, Analytisches Denken, Teamarbeit, Darstellung wissenschaftlicher Sachverhalte etc.)
Inhalt:	Die Inhalte sind abhängig von den gewählten Veranstaltungen. Beispielfhaft könnten folgende Veranstaltungen im Rahmen dieses Moduls belegt werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arabisch für Anfänger</li> <li>• Arbeiten mit Lern- und Kommunikationsplattformen</li> <li>• Entscheiden, Konflikt und Handeln</li> <li>• Globalisierung – Einführung in die Int. Politische Ökonomie</li> <li>• Grundlagen und Konzepte des Managements</li> <li>• Moderationstechnik</li> <li>• Spanisch für das Berufsleben</li> <li>• Technisches Englisch</li> <li>• Zeit- &amp; Stressmanagement</li> </ul>
Studienleistung	Siehe Modulbeschreibung der gewählten Veranstaltungen.
Prüfungsleistung	Das gesamte Modul wird nur mit "Bestanden" oder "Nicht Bestanden" bewertet. Dafür müssen die Prüfungsleistungen jeder einzelnen, gewählten Lehrveranstaltung mindestens mit "Bestanden" beurteilt worden sein Das Modul ist nicht Bestandteil der Endnote.

## NSW 4 Physik-Praktikum A

Modulbezeichnung:	Physik- Praktikum A
ggf. Untertitel:	Physikalisches Anfängerpraktikum Teil A
Semester:	Ab 1. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 12 = 36h Selbststudium: 144h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	Schulwissen in Mathematik und Physik Mechanik und Wärme
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende erlernen die systematische Durchführung wissenschaftlicher Experimente exemplarisch innerhalb der Physik. Dazu gehört die umfassende Protokollierung von Messergebnissen, die wissenschaftlich korrekte Auswertung von Messwerten und die Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und die Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse.</li> <li>• Weiterhin kennen die Studierenden die Vorgehensweise bei der systematischen Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.</li> <li>• Diese Fertigkeiten bilden eine essentielle Grundlage für späteres Experimentieren an Nanostrukturen.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit physikalischen Messgeräten.</li> <li>• Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft experimenteller Ergebnisse.</li> <li>• Training des Arbeitens in der Gruppe</li> <li>• Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten und deren Resultaten.</li> <li>• Erlernen der schriftlichen Präsentation eigener Messergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</li> </ul>

Inhalt:	<p>Einfache Experimente aus Mechanik und Wärmelehre. Dazu gehören beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Schwingungen</li> <li>• Fadenpendel</li> <li>• Drehpendel/Torsionsmodul</li> <li>• Erzwungene Schwingungen</li> <li>• Gekoppelte Pendel</li> <li>• Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärmekapazität</li> <li>• Gasthermometer</li> <li>• Präzisionsmessung der Gaskonstanten R</li> <li>• Drosselung realer Gase</li> <li>• Messung der Wärmeausdehnung mit Laserinterferometer</li> <li>• Zähigkeit von Flüssigkeiten</li> <li>• Oberflächenspannung</li> <li>• Luftfeuchtigkeit</li> <li>• Temperaturmessung</li> </ul>
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 12 Versuchen, mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (15–30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 5 Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie

Modulbezeichnung:	Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie
ggf. Kürzel:	TM 1 und TM2
ggf. Untertitel:	Chemisch-physikalische und mechanische Eigenschaften von Konstruktions-, Hochleistungs- und Nanowerkstoffen im Bauwesen.
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Anorganische Bindemittel – Eigenschaften von Hochleistungswerkstoffen – Grundlagen und praktische Anwendung (TM1)</li> <li>• Praktikum Moderne Baustoffanalytik als Optimierungsgrundlage (TM 2)</li> </ul>
Semester:	Ab 3. Sem., TM1 im WS und TM2 im SoSe, zweisemestrig
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Schmidt
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS Praktikum 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60h Selbststudium: 120h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Grundlagen der Organischen Chemie</li> <li>• Physikalische Chemie</li> <li>• Anorganische Molekülchemie</li> <li>• Mikrobiologie, Molekularbiologie und Genetik</li> <li>• Quanten, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Biochemie, Zellbiologie und Tierphysiologie</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über moderne Hochleistungswerkstoffe und die praktische Anwendung der Nanostrukturwissenschaften im Bauwesen</li> <li>• Kenntnis nano- und mikrotechnologischer Methoden und Analyseverfahren, die in der der Baustoffchemie zum Einsatz kommen</li> <li>• Grundlagen der Modellbildung in der Werk- und Bausstoffchemie</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befähigung zur aktiven Beteiligung an aktuellen Forschungsprojekten</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische und physikalische Grundlagen von Nanomaterialien</li> <li>• Arten und Wirkungsweise von Zusatzstoffen und bauchemischen Zusatzmitteln zur Steuerung der Eigenschaften von Baustoffen (Verflüssiger, Fließmittel, Erstarrungs- und Erhärtungsbeschleuniger und -verzögerer, Wasserretentionsmittel, Kunststoffdispersionen, Microsilica, Nanopartikel etc.)</li> <li>• Gefügestrukturen von Werkstoffen im Mikro- und Nanobereich</li> <li>• Physikalische und chemische Optimierung von Bindemitteln, Mörteln und Betonen (Packungsdichte, chem. Widerstand etc)</li> <li>• Selbstverdichtender, hochfester und ultrahochfester Beton, Beton mit hohem Säurewiderstand.</li> <li>• Verwendung von Nanopartikeln im Bauwesen</li> <li>• Smart Materials: Baustoffe mit Zusatzeigenschaften (Schadstoffkatalyse, Selbstreinigung, Wärme- und Kälteregulierung etc).</li> <li>• Beispiele für die Anwendung von Hochleistungswerkstoffen</li> </ul>
Studienleistungen:	Projektarbeit
Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. 2 Stunden) oder Fachgespräch (ca. 30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 6 Quanten, Kerne, Relativität

Modulbezeichnung:	Quanten, Kerne, Relativität
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Experimentalphysik III</li> <li>• Praktikum Experimentalphysik III</li> </ul>
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan
Dozenten:	Prof. Träger
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Praktikum 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h Selbststudium: 90h <b>Summe: 180 h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegendes Verständnis der Effekte, die durch die Relativitätstheorie beschrieben werden als Basis, um später die relativistische Quantenmechanik und ihre Anwendung in Nanostrukturen verstehen zu können.</li> <li>• Kenntnis der richtigen Interpretation der Relativitätstheorie.</li> <li>• Kenntnis der klassischen Experimente zur Beobachtung relativistischer Effekte.</li> <li>• Fähigkeit mit relativistischen Effekten argumentieren zu können.</li> <li>• Erste Grundlagen der Quantenphysik und deren Einfluss auf die Struktur von Atomen, Molekülen und Nanostrukturen.</li> <li>• Kenntnis der Struktur von Atomkernen, möglicher Kernreaktionen und den Eigenschaften radioaktiver Strahlung.</li> <li>• Kenntnis der physikalischen Grundlagen zum verantwortungsvollem Umgang mit Kernenergie und Strahlenschutz</li> <li>• Kenntnis der Grundlagen und experimentellen Methoden in der Elementarteilchenphysik.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Studierende gewinnen die Überzeugung, dass Relativitätstheorie und Quantenmechanik die Natur sinnvoll beschreiben, obwohl sie der Alltagserfahrung widersprechen und auf den ersten Blick Widersprüche zu enthalten scheinen. Studierende setzen sich mit philosophischen Fragestellungen über die Abläufe in der Natur, die sich aus Relativitätstheorie und Quantenmechanik ergeben, intensiv auseinander und thematisieren die gesellschaftlicher Verantwortung beim Einsatz von Technologien (z. B. Kernenergie).
Inhalt:	Relativität: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativitätsprinzip und Lichtgeschwindigkeit</li> <li>• Relativistische Kinematik</li> <li>• Relativistische Dynamik</li> </ul> Quantenphysik:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrsches Atommodell</li> </ul> <p>Kernphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Atomkern</li> <li>• Radioaktivität</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kernphysik</li> <li>• Kernreaktionen und Neutronen</li> <li>• Kernenergie</li> <li>• Strahlendosis und Strahlenschutz</li> <li>• Elementarteilchenphysik</li> </ul> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vier Versuche aus dem physikalischen Anfängerbereich, zum Beispiel</li> <li>• Elementarladung nach Millikan</li> <li>• e/m nach Busch</li> <li>• Franck-Hertz Versuch</li> <li>• Kernstrahlung</li> </ul> <p>oder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwei Versuche aus dem physikalischen Fortgeschrittenenbereich, zum Beispiel:</li> <li>• <math>\gamma</math>-Spektroskopie</li> <li>• Rutherford-Streuung</li> <li>• NMR-Spektrometer</li> </ul>
Studienleistungen:	Erfolgreiche Durchführung des Praktikums
Prüfungsleistungen:	Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 7 Theoretische Elektrodynamik

Modulbezeichnung:	Theoretische Elektrodynamik
ggf. Kürzel:	Elektrodynamik
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung mit Übung
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul</li> <li>• Lehramt an Gymnasien: Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt an Haupt und Realschulen: Wahlpflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:           6h x 15 = 90h Selbststudium:               90h <b>Summe:    180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 1 Credit Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Rechenmethoden (Wahlmodul)</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen o.g. Studiengänge</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mathematik I + II</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung der Maxwellgleichungen sowie des Aufbaus der klassischen Elektrodynamik.</li> <li>• Kenntnisse über Grundzüge der kovarianten Formulierung.</li> <li>• Fähigkeit, Problemstellungen der Elektrostatik, Magnetostatik und Wellenausbreitung zu lösen sowie Symmetrieeigenschaften zu erkennen und auszunutzen.</li> <li>• Verständnis des Gedankengebäudes der klassischen Physik bestehend aus Mechanik und Elektrodynamik.</li> <li>• Fähigkeit die Wechselwirkung von elektromagnetischen Wellen mit Materie auf der Nanometerskala mithilfe von theoretischen Ansätzen zu beschreiben.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb der Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Fragestellungen auf der Ebene einer abstrakten mathematischen Beschreibung.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit durch mathematische Schlussfolgerungen innerhalb einer abstrakten mathematischen Beschreibung, die sich einer anschaulichen Vorstellung weitgehend entzieht, Schlussfolgerungen für physikalische Probleme zu ziehen.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit aus elementaren Grundgleichungen mit abstrakten mathematischen Methoden Gleichungen herzuleiten, die als Basis zur Modellierung und Simulation nutzbar sind.</li> </ul>
Inhalt:	<b>Elektrostatik</b>
	Das Coulombsche Gesetz, die elektrische Feldstärke E, Bestimmung der

	<p>Elementarladung, Gaußsches Gesetz, die elektrische Feldstärke beim Durchgang durch geladene Flächen, das Verhalten der Tangentialkomponente, der Plattenkondensator, die Energie im elektrostatischen Feld, Potentialverteilung im Atomkern, Greensche Funktion, Multipolentwicklung für eine allgemeine Ladungsverteilung, Wechselwirkung einer ausgedehnten Ladung mit einem äußeren Feld, Wechselwirkung zweier Dipol,</p> <p style="text-align: center;"><b>Mikroskopische Elektrostatik</b></p> <p>Die Polarisierung <math>P(x)</math>, die Grundgleichungen für Dielektrika, Entelektrisierung, Zusammenhang zwischen der molekularen Polarisierbarkeit und der dielektrischen Suszeptibilität,</p> <p style="text-align: center;"><b>Magnetostatik</b></p> <p>Biot-Savartsches Gesetz, Amperesches Kraftgesetz, Amperesches Gesetz; Differentialgleichungen der Magnetostatik, das Vektorpotential <math>A</math>, Bewegung geladener Teilchen im Magnetfeld, das magnetische Feld im materiefüllten Raum,</p> <p style="text-align: center;"><b>Elektrodynamik</b></p> <p>Das Faradaysche Induktionsgesetz, die Maxwellgleichungen, elektromagnetische Wellen im Vakuum, Lösung der Wellengleichung, der Energiesatz der Elektrodynamik – der Poyntingvektor, elektromagnetische Wellen in Materie, Reflexions- und Brechungsindex, Relativitätstheorie und kovariante Formulierung der Elektrodynamik, Hohlleiter, die Wellengleichungen, Verschiedene Schreibweisen der Maxwell-Gleichungen, der Energie-Impuls-Tensor, Frequenzabhängigkeit der Leitfähigkeit, Bemerkungen zur Eichtransformation in der Elektrodynamik</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p> <p>Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

## NSW 8 Thermodynamik und Statistische Physik

Modulbezeichnung:	Thermodynamik und Statistische Physik
ggf. Kürzel:	Thermodynamik
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung mit Übung
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt an Gymnasien: Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt an Haupt und Realschulen: Wahlpflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h Selbststudium: 90h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Rechenmethoden (Wahlmodul)</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung der Hauptsätze der Thermodynamik sowie der Begriffe von Entropie und geeignete thermodynamische Funktionen.</li> <li>• Kenntnisse und Anwendung der Stabilitätskriterien. Einsicht in die statistische Formulierung der Thermodynamik.</li> <li>• Verständnis der Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Phänomenen. Fähigkeit, "thermodynamisch" zu denken, um komplizierte Probleme der Statistische Mechanik zu lösen.</li> </ul>
Inhalt:	<p style="text-align: center;"><b>Einführung</b></p> <p>Makroskopische Analyse. Einfache Begriffe, Hauptsätze. Zustandsgleichungen Thermodynamische Funktionen, Legendre-Transformationen, Maxwell-Relationen, Jakobi-Transformationen, wichtige Prozesse.</p> <p style="text-align: center;"><b>Grundlagen der Thermodynamik</b></p> <p>Statistische Mechanik. Mikroskopische Analyse. Statistische Formulierung. Fundamentale Annahme der SM. Das H-Theorem. Mikrokanonische, kanonische und großkanonische Gesamtheit. Verteilungsfunktionen. Zustandssumme. Entropie. Dichte-Matrix. Statistik für identische Teilchen, Zustandsgleichungen für Boltzmann-, Fermi- und Bosegas</p> <p style="text-align: center;"><b>Gleichgewichtsbedingungen</b></p>

	<p>Ungleichungen der Thermodynamik. Le-Chatelier-Prinzip. Stabilität  <b>Gleichgewicht zwischen Phasen. Phasenübergänge</b></p> <p>Phasendiagramme. Einfache Theorie. Phasenübergänge. Phasendiagramm eines van-der-Waals-Systems. Clausius-Clapeyron-Gleichung. Bose-Einstein-Kondensation. Magnetismus. Kritische Temperatur. Curie-Weiß-Gesetz. Die Ginzburg-Landau-Theorie. Kritische Exponenten. Proteinfaltung.</p> <p style="text-align: center;"><b>Anwendungen</b></p> <p>Lösungen, chemische Reaktionen</p> <p style="text-align: center;"><b>Fluktuationen</b></p> <p>Allgemeine Theorie. Fluktuationen thermodynamischer Größen. Fluktuations-Dissipations-Theorem. Poisson-Formel. Fluktuationen in Lösungen. Brownsche Bewegung.</p> <p style="text-align: center;"><b>Irreversible Thermodynamik</b></p> <p>Onsager-Theorie. Bildung dissipativer Strukturen.</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.).</p> <p>Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

## NSW 9 Physik-Praktikum B

Modulbezeichnung:	Physik-Praktikum B
ggf. Lehrveranstaltungen:	Physikalisches Anfängerpraktikum Teil B
Semester:	Ab 2. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 12 = 36h; Selbststudium: 144h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	Schulwissen in Mathematik und Physik; Mechanik und Wärme
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studierende erlernen die systematische Durchführung wissenschaftlicher Experimente exemplarisch innerhalb der Physik. Dazu gehört die umfassende Protokollierung von Messergebnissen, die wissenschaftlich korrekte Auswertung von Messwerten und die Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und die Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse.</li> <li>Weiterhin kennen die Studierenden die Vorgehensweise bei der systematischen Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.</li> <li>Diese Fertigkeiten bilden eine essentielle Grundlage für späteres Experimentieren an Nanostrukturen.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit physikalischen Messgeräten.</li> <li>Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft experimenteller Ergebnisse.</li> <li>Training des Arbeitens in der Gruppe</li> <li>Dokumentation von wissenschaftlichen Experimenten und deren Resultaten.</li> <li>Erlernen der schriftlichen Präsentation eigener Messergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</li> </ul>
Inhalt:	Einfache Experimente aus Elektrizität und Optik. Dazu gehören beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrischer Widerstand, Kennlinien von Leitern</li> <li>Stromquellen, Galvanometer</li> <li>Stromsteuerung, Elektrolyse</li> <li>Elektrische Felder, Magnetische Felder, Magnetische Hysterese</li> <li>Wechselströme</li> <li>Dünne Linsen, Mikroskop, Prismen- u. Gitterspektralapparat</li> <li>Saccharimetrie</li> </ul>
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 12 Versuchen, mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	Klausur (1-2 Stunden) oder mündliche Prüfung (15-30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 10 Optoelectronic Devices

Modulbezeichnung:	Optoelectronic Devices
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Optoelectronic Devices</li> <li>• Exercises Optoelectronic Devices</li> </ul>
Semester:	3. Sem., immer im WS
Modulverantwortlicher:	Prof. Hillmer
Sprache:	Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaften (Wahlmodul)</li> <li>• B. Sc. Physik (Wahlmodul)</li> <li>• B. Sc. Elektrotechnik</li> </ul>
Lehrform (SWS):	Lecture Optoelectronic Devices 3 SWS Exercises Optoelectronic Devices 1 SWS
Arbeitsaufwand:	60h course attendance 120h self study
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Modul "Elektronische Bauelemente" recommended (parallel attendance possible) Basic knowledge on semiconductor devices, material science
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrolment in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften, B. Sc. Physik or B. Sc. Elektrotechnik</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Lernziele/Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To learn the huge application potential of optoelectronic devices and photonic tools</li> <li>• The students should learn to solve problems using interdisciplinary analogies.</li> <li>• To understand the successful solutions of nature</li> <li>• Introduction to scientific working. The students learn how to interpret data from model calculations and how to compare experimental and theoretical results and to conclude methodology</li> <li>• Understanding the complex interaction of electronic, thermal and optical phenomena in laser diodes.</li> <li>• Sustainable knowledge in operation and application of optoelectronic devices</li> <li>• Research and development in the area of optoelectronic components</li> <li>• Research and development in the area of semiconductor process technology.</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction into ray- and quantum optics</li> <li>• Refractive index, polarization, interference, diffraction, coherence</li> <li>• Material properties of glass: dispersion, absorption</li> <li>• Optical waveguiding, detailed introduction into dispersion and absorption</li> <li>• Interferometers (Michelson, Fabry-Perot, Mach-Zehnder)</li> <li>• Optical multilayer structures (e.g. DBR mirrors)</li> <li>• Introduction to lasers, LEDs, photo diodes and solar cells</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simulation of active and passive optical devices (e.g. Fabry-Pörot interferometers, VCSELS)</li></ul>
Prüfungsleistungen:	Oral exam (30 min.)

## NSW 11 Theoretische Mechanik

Modulbezeichnung:	Theoretische Mechanik
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Theoretische Mechanik</li> <li>• Übung Theoretische Mechanik</li> </ul>
Semester:	Ab 4. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Dozenten:	Prof. Pastor, Prof. Garcia (im Wechsel)
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. In Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Physik): Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul</li> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt an Gymnasien: Pflichtmodul</li> <li>• Lehramt an Haupt und Realschulen: Wahlpflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h Selbststudium: 90h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 1 Credit Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Rechenmethoden (Wahlmodul)</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Modul Mechanik und Wärme</li> <li>• Modul Mathematik I + II</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung des Aufbaus der klassischen Mechanik und des Zusammenhanges zwischen den Formulierungen nach Newton, Lagrange und Hamilton.</li> <li>• Kenntnis von Existenz und Nutzen verschiedener Symmetrien und Invarianzen.</li> <li>• Eigenständige Ableitungen der Lösungen klassischer Bewegungsgleichungen und das Verständnis ihrer Bedeutung für die Physik.</li> <li>• Fähigkeit zum Einsatz theoretischer Modelle zur Beschreibung mechanischer Vorgänge in der Physik und den Nanostrukturwissenschaften.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb der Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Fragestellungen auf der Ebene einer abstrakten mathematischen Beschreibung.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit durch mathematische Schlussfolgerungen innerhalb einer abstrakten mathematischen Beschreibung, die sich einer anschaulichen Vorstellung weitgehend entzieht, Schlussfolgerungen für physikalische Probleme zu ziehen.</li> <li>• Erwerb der Fähigkeit aus elementaren Grundgleichungen mit abstrakten mathematischen Methoden Gleichungen herzuleiten, die als Basis zur Modellierung und Simulation nutzbar sind.</li> </ul>
Inhalt:	Wiederholung der Newtonschen Axiome, Bewegungsgleichungen eines Massenpunktes, Begriff der Arbeit – Konservative Kräfte, Zentralkräfte,

	Kepler–Problem, Diskussion der Bahnformen in Abhängigkeit von Energie und Drehimpuls, Streusysteme, differentieller und totaler Streuquerschnitt, Streuung von Ladungsträgern im Coulombfeld (Rutherford–Streuung), harmonische Schwingungen, der gedämpfte harmonische Oszillator, erzwungene Schwingungen. Nichtlineare Schwingungen, Phasendiagramme, Bifurkationen und Chaos. Analytische Mechanik, Prinzip von d’Alambert, generalisierte Koordinaten, Hamilton–Prinzip, Lagrange–Gleichungen, Beispiele und Anwendungen. Zwangsbedingungen, Lagrange–Multiplikatoren. Symmetrien und Erhaltungssätze, dynamische Größen eines Systems im Schwerpunkts– und Relativanteil, Hamiltonsche Gleichungen, Phasenraum und Liouvillescher Satz, kanonische Transformation, Bewegungsgleichungen in beliebig gegeneinander bewegten Systemen. Starre Körper. Relativistische Mechanik: Lorentz–Transformation, Längenkontraktion, Zeitdilatation, Zwillingsparadoxon.
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur (2–3h) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 12 Praktikum Molekularbiologische Methoden

Modulbezeichnung:	Praktikum Molekularbiologische Methoden
ggf. Lehrveranstaltungen:	Praktikum
Semester:	Ab 4. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Schäfer
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 15 = 45h Selbststudium: 45h <b>Summe: 90h</b>
Kreditpunkte:	3 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Studierende erwerben ein Grundverständnis molekularbiologischen Arbeitens anhand der Umsetzung von Versuchsanweisungen in praktische Handlungsschritte.</p> <p>Sie trainieren dabei ein systematisches und zielorientiertes Vorgehen sowie Strategien der Fehlersuche bei Misserfolgen oder auftretenden Schwierigkeiten in den Versuchsanordnungen.</p> <p>Studierende lernen wesentliche Manipulationstechniken biologischer Moleküle mit besonderer Relevanz für nanostrukturwissenschaftliches Arbeiten kennen.</p> <p>Die Interpretation der erhaltenen Messergebnisse bildet einen zentralen Aspekt des studentischen Lernerfolgs.</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermehrung von DNA-Fragmenten durch PCR</li> <li>• Klonierung des PCR-Fragments und Vermehrung in E. coli</li> <li>• Identifizierung positiver Klone durch „Colony-blot“</li> <li>• DNA-Isolierung (aus Bakterien, aus Fliegen)</li> <li>• Restriktionsenzymatische Spaltung</li> <li>• Gelelektrophorese und Southern-Transfer</li> <li>• Hybridisierung zum Nachweis bestimmter Fragmente</li> </ul>
Studienleistungen:	Aktive Durchführung der Laborversuche
Prüfungsleistungen:	Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 13 Praktikum biologische AFM-Anwendungen

Modulbezeichnung:	Praktikum biologische AFM-Anwendungen
ggf. Untertitel:	Atomic Force Microscopy (Rasterkraftmikroskopie)
ggf. Lehrveranstaltungen:	Praktikum
Semester:	Ab 4. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 45h Selbststudium: 45h <b>Summe: 90h</b>
Kreditpunkte:	3 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Studierende erwerben ein grundlegendes Verständnis der Möglichkeiten und Grenzen des AFM. Sie sind in der Lage AFM-Topografien wissenschaftlich zu interpretieren.</p> <p>Studierende verstehen die Aussagen, die mit unterschiedlichen biochemischen und biophysikalischen Methoden gewonnen werden können und können die Messdaten korrekt interpretieren.</p> <p>Studierende erwerben praktische Fähigkeiten in der Handhabung biologischer Materialien und kennen typische Eigenschaften und Charakteristika biologischer Substrate.</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präparation von biologischen Materialien für AFM</li> <li>• Funktionsweise des AFM</li> <li>• Rasterkraftmikroskopie (Topografie)</li> <li>• Rasterkraftspektroskopie</li> <li>• Derivatisierung von Oberflächen (optional)</li> <li>• Auswertung von AFM Daten</li> </ul>
Studienleistungen:	Aktive Teilnahme am Praktikum
Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. 1 h)

## NSW 14 Praktikum Biochemie

Modulbezeichnung:	Praktikum Biochemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	Praktikum
Semester:	Ab 4. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch und Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 15 = 45h Selbststudium: 45h <b>Summe: 90h</b>
Kreditpunkte:	3 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Studierende vertiefen ihre Kenntnis der Grundlagen der Biochemie anhand praktischer Arbeiten im Labor. Sie erwerben ein erweitertes Verständnis von Stoffwechselfvorgängen und enzymkatalytischen Mechanismen.</p> <p>In Konfrontation mit modernen Techniken der Biochemie erarbeiten sie sich die Fähigkeit, ein mit Hilfe biotechnologischer Methoden hergestelltes, Genprodukt wissenschaftlich zu charakterisieren und seine nanoskopischen Eigenschaften zu erfassen und zu beschreiben.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Studierende beherrschen eigenständiges Arbeiten mit biochemischen Lehrbüchern und den sicheren und kompetenten Umgang mit biochemischer Laborausstattung. Sie besitzen die Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft biochemischer Messergebnisse. Sie trainieren ihre Kooperationsfähigkeit und vertiefen ihre Kenntnisse in der Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen durch die Erstellung detaillierter wissenschaftlicher Protokolle. Sie bilden die Befähigung aus zum kritischen Hinterfragen biochemischer und molekularbiologischer Messergebnisse. Sie trainieren zielorientiertes Arbeiten unter Einhaltung von Zeitrahmen und mit Hilfe begrenzter Ressourcen.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymkinetik</li> <li>• Interaktionsanalyse mittels Fluoreszenzpolarisation</li> <li>• Reinigung eines Proteins aus E. coli</li> <li>• Funktionelle Charakterisierung eines Proteininhibitors</li> <li>• Kinetische Analyse mittels Oberflächen-Plasmon-Resonanz</li> <li>• Proteinidentifikation mittels Massenspektrometrie</li> </ul>
Studienleistungen:	Aktive Teilnahme am Praktikum
Prüfungsleistungen:	Ausarbeitung eines schriftlichen Versuchsprotokolls (5–10 Seiten)

## NSW 15 Praktikum Zellbiologie

Modulbezeichnung:	Praktikum Zellbiologie
ggf. Lehrveranstaltungen:	Praktikum
Semester:	4. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Maniak
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 15 = 45h Selbststudium: 45h <b>Summe: 90h</b>
Kreditpunkte:	3 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	Einschreibung B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Lernziele und Kompetenzen:	Studierende verfügen über ein klares Verständnis der reversiblen Zusammensetzung des Cytoskeletts, dessen Mikrostrukturen aus nanoskalierten Elementen gebildet werden. Absolventen des Moduls haben praktisches Arbeiten nach Laborprotokollen gelernt. Sie können qualitative und quantitative Daten und Messergebnisse miteinander verknüpfen und wissenschaftlich korrekt interpretieren.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actinpolymerisation in vitro und Actin-bindende Proteine</li> <li>• In vitro Motilität von Microtubuli auf Kinesin</li> <li>• Induzierte Melanosomenbewegung in vivo</li> <li>• Effekte von Funktionsstörungen des Actin- und Microtubuli Cytoskeletts</li> <li>• Fluoreszenzmikroskopische Analyse der Organellenverteilung</li> <li>• Schichten der Datenanalyse aus Gelen und Bildern</li> </ul>
Studienleistungen:	Aktive Teilnahme am Praktikum
Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. 1h) oder mündliche Prüfung (15–30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 16 Organische Photochemie und Spektrometrie

Modulbezeichnung:	Organische Photochemie und Spektrometrie
ggf. Untertitel:	Vertiefung Organische Chemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Organische Photochemie</li> <li>• Seminar Spektroskopische Methoden</li> </ul>
Semester:	Ab 5. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h Selbststudium: 90h <b>Summe: 150h</b>
Kreditpunkte:	5 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Organischen Chemie</li> <li>• Physikalische Chemie</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<p>Die Studierenden erarbeiten sich grundlegende Kenntnisse von Möglichkeiten zur lichtinduzierten Manipulation von organischen Substanzen. Sie kennen wichtige Prozesse der Herstellung absorbierender und emittierender organischer Farbstoffe, deren wesentliche Eigenschaften und ihre Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten.</p> <p>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Interpretation spektroskopischer Daten und sind in der Lage, diese in der Strukturaufklärung insbesondere von organischen Systemen einzusetzen.</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der organischen Photochemie</li> <li>• Photochemisch aktive organische Systeme (Farbstoffe)</li> <li>• Photochemische Prozesse in Natur und Nanotechnologie</li> <li>• Spektroskopische Methoden zur Strukturaufklärung</li> <li>• Grundlagen von NMR-, IR- und Massenspektrometrie</li> <li>• Analyse von Spektren an ausgewählten Beispielen</li> </ul>
Studienleistungen:	Erfolgreiche Bearbeitung der Aufgabenstellungen im Seminar.
Prüfungsleistungen:	Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Art der Prüfung und Prüfungstermin werden zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.

## NSW 17 Synthesechemie

Modulbezeichnung:	Synthesechemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen Synthesechemie Ia und Ib</li> <li>• Praktikum Synthesechemie I mit Begleitseminar</li> </ul>
Semester:	Ab 5. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesungen 2 SWS + 2 SWS Praktikum mit integriertem Begleitseminar 7 SWS
Arbeitsaufwand:	Vorlesung Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h Praktikum Präsenzzeit: 7h x 15 = 105h Selbststudium: 105h <b>Summe: 270h</b>
Kreditpunkte:	9 Credits (davon 1 Credit Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	Grundlagen der Organischen Chemie Empfohlen: Organische Photochemie und Spektrometrie (entweder zuvor oder parallel)
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Für die Teilnahme an der Klausur bzw. der abschließenden mündlichen Prüfung sind der Nachweis aller Studienleistungen und die erfolgreiche Absolvierung aller modulbegleitenden Prüfungsleistungen erforderlich.</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	Die Vorlesungen vermitteln Kenntnisse der zentralen metall-vermittelten Bindungsbildungsprozesse zum chemischen Aufbau nanostrukturierter Materie. Detaillierte Einblicke in Prinzipien, Möglichkeiten und Grenzen sowie die gesellschaftliche Relevanz der Übergangsmetallkatalyse und in die Eigenschaften der damit hergestellten Moleküleinheiten werden ermöglicht, so dass Fragestellungen der Synthese eigenständig bearbeitet werden können. Diese Vorgehensweise wird im Praktikum eingeübt und vertieft. Im integrierten Begleitseminar werden zudem die korrekte fachspezifische Artikulation sowie die wissenschaftliche Präsentation als Kompetenzen vermittelt.
Inhalt:	<b><i>Vorlesung Syn Ia:</i></b> Diskutiert werden aktuelle Verfahren der homogenen Übergangsmetallkatalyse zur Herstellung organischer Synthesebausteine, die als Ausgangspunkt nanostrukturierter Materie dienen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Anwendung der Verfahren zur Herstellung und Derivatisierung kohlenstoffreicher Verbindung (Oligoalkine, polycyclische Aromaten, Fullere-ne). Auf Anwendungen dieser Verbindungen z.B. in der molekularen Elektronik wird eingegangen. Geeignete Vorträge innerhalb der Vortragsreihe des Instituts für Chemie sind integrierter Bestandteil dieser Veran-

	<p>staltung.</p> <p><b>Vorlesung Syn Ib:</b></p> <p>Die Vorlesung befasst sich mit wichtigen Reaktionstypen metallorganischer Verbindungen und deren Anwendung in der chemischen Synthese, insbesondere im Bereich der industriellen Homogenkatalyse. Konkrete Inhalte sind:</p> <p>Elementarreaktionen metallorganischer Verbindungen, grundsätzliche Aspekte der Homogen- und Heterogenkatalyse, wichtige industrielle homogenkatalytische Verfahren (Fischer-Tropsch, Hydrierung, Hydrosilylierung, Epoxidierung von Olefinen, Wacker-Verfahren, Monsanto-Essigsäure-Verfahren, Hydroformylierung, Reppe-Synthesen, Hydrocyanierung, Butadien-Di/Trimerisierung, Shell Higher Olefin Process, Olefinpolymerisation, Olefinmetathese, Kreuzkupplungsreaktionen, Dehydrierende Silankupplung</p> <p>Geeignete Vorträge innerhalb der Vortragsreihe des Instituts für Chemie sind integrierter Bestandteil dieser Veranstaltung.</p>
Studienleistungen:	Durchführung der vorgegebenen Praktikumsversuche
Prüfungsleistungen:	<p><b>Modulbegleitend:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Protokollierung der Versuche und erfolgreiche Synthese der Präparate mit einer Gewichtung von 40%</li> <li>• Ein Seminarvortrag mit einer Gewichtung von 10%</li> </ul> <p><b>Zum Abschluss des Moduls:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung (30 min.) mit einer Gewichtung von 50%</li> </ul>

## NSW 18 Praktikum Physikalische Chemie

Modulbezeichnung:	Praktikum Physikalische Chemie
ggf. Lehrveranstaltungen:	Praktikum mit acht Versuchen zu Teilgebieten der Physikalischen Chemie
Semester:	5. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt L2 (Chemie): Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt L3 (Chemie): Wahlpflichtmodul</li> <li>• Lehramt L4 (Chemie): Wahlpflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Praktikum:           45h Selbststudium                       135h <b>Summe:</b> <b>180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mathematik I</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Physikalische Chemie</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Physikalische Chemie</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	Erlernen der systematische Vorgehensweise bei der Planung, Durchführung, Protokollierung und Auswertung von physikalisch-chemischen Experimenten Anwendung messtechnischer und mathematischer Verfahren Arbeiten im Team
Inhalt:	Chemische Thermodynamik, Phasenübergänge, Kolligative Eigenschaften, Eigenschaften von Elektrolytlösungen, Nahordnungseffekte (Debye-Hückel-Theorie), Gleichgewichts- und dynamische Elektrochemie, Absorptions- und Fluoreszenzspektroskopie, Chemische Kinetik
Studienleistungen:	Durchführung und Protokollierung von 8 Versuchen mit kurzen mündlichen Prüfungen (Kolloquien) vor und nach den Versuchen
Prüfungsleistungen:	Abschlusskolloquium (30-60 min.)

## NSW 19 Physik-Praktikum F

Modulbezeichnung:	Physik-Praktikum F
ggf. Lehrveranstaltungen:	Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum
Semester:	Ab 6. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul</li> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Praktikum 6 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 8h x 6 = 48h Selbststudium: 22h x 6 = 132h <b>Summe: 180h</b>
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperphysik</li> <li>• Quanten-, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Festkörperphysik</li> <li>• Quanten-, Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung anspruchsvoller wissenschaftlicher Experimente zu fortgeschrittenen physikalischen Themen insbesondere mit Effekten auf der Nanometerskala.</li> <li>• Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse.</li> <li>• Kenntnis der Vorgehensweise bei systematischer Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Fähigkeit zur selbstständigen Einarbeitung in kompliziertere naturwissenschaftliche Sachverhalte aus Sicht der Physik in einem Experiment.</li> <li>• Erlernen des sicheren und kompetenten Arbeitens im physikalischen Labor.</li> <li>• Teamfähigkeit</li> <li>• Einblick in die Arbeitsweise eines experimentell arbeitenden Naturwissenschaftlers im Bereich Physik (nicht selbstständig forschend).</li> <li>• Vertiefung der Fähigkeit zur Dokumentation von komplizierteren Experimenten und deren Ergebnissen.</li> <li>• Vertiefung der Fähigkeit zur schriftlichen Präsentation eigener experimenteller Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</li> </ul>
Inhalt:	Versuche im Rahmen des Fortgeschrittenen Laborpraktikums beispielsweise mit folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskopie</li> <li>• Doppelresonanzspektroskopie</li> <li>• Diodenlaser-Spektroskopie</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Molekülspektroskopie von J2</li><li>• Abbildung biologischer Proben mit Rastertunnelmikroskopie</li><li>• Elektronenspinresonanz</li></ul>
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 6 Versuchen Mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min.) Prüfungsform und Prüfungstermin werden vom Dozenten festgelegt und rechtzeitig bekannt gegeben.

## NSW 20 Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften

Modulbezeichnung:	Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften
ggf. Lehrveranstaltungen:	<p>Das Wahlpflichtmodul „Berufspraktikum Nanostrukturwissenschaften“ ist Teil des umfassenderen „Praktikumsmoduls“ (Siehe Prüfungsordnung Bachelor Nanostrukturwissenschaften). Zur Anerkennung der 8 Credits für das Berufspraktikum als Wahlmodul sind mindestens weitere 12 Credits aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu erbringen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Additive fachübergreifende Schlüsselkompetenzen (6c)</li> <li>• Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie (6c)</li> <li>• Micromachining and optical device technology (6c)</li> <li>• Optoelectronic Devices (6c)</li> <li>• Organische Photochemie und Spektrometrie (6c)</li> <li>• Praktikum Biochemie (3c)</li> <li>• Praktikum Biologische AFM Anwendungen (3c)</li> <li>• Praktikum Molekulare Methoden (3c)</li> <li>• Praktikum Physikalische Chemie (6c)</li> <li>• Praktikum Zellbiologie (3c)</li> </ul>
Semester:	Ab 6. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlpflichtmodul Teil des Praxismoduls „Nanostrukturwissenschaften“
Lehrform / SWS:	Berufspraktikum
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 6 x 40h = 240h
Kreditpunkte:	8 Credits (davon 4 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und Biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Grundlagen Anorganische Chemie</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	Einblick in die Berufswelt für Abgänger des Studiengangs B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Studierende verfügen über grundlegende Erfahrungen beruflicher Praxiszusammenhänge. Sie kennen wesentliche Merkmale und typischer Berufsfelder und charakteristische Strukturen von Unternehmen bzw. Organisationen mit nanostrukturwissenschaftlicher Ausrichtung.
Inhalt:	Sechswöchige Praxisphase in einem Industrieunternehmen oder einer Institution außerhalb der Universität in der Chemiker, Physiker, Biologen oder Nanostrukturwissenschaftler beruflich tätig sind. In dieser Zeit wird in der Regel ein kleines Projekt unter der Anleitung eines Naturwissen-

	<p>schaftlers bearbeit werden, das Einblick in die Tätigkeit eines Naturwissenschaftlers an seinem Arbeitsplatz gibt.</p> <p>Jeder Praktikant wird von einem Dozenten betreut, der als Ansprechpartner zur Verfügung steht und die Bewertung des Abschlussberichtes bzw. der mündlichen Präsentation vornimmt.</p> <p>Das bearbeitete Projekt und die während des Praktikums gesammelten Erfahrungen werden in einem schriftlichen Bericht (ca. 10 Seiten) oder einer mündliche Präsentation (ca. 15 min. vorgestellt).</p> <p>Begleitend findet einmal jährlich eine Erfahrungsaustauschs-runde von Praktikanten mit zukünftigen Praktikanten statt.</p>
Studienleistungen:	<p>Berufspraktische Tätigkeiten</p> <p>Das Wahlpflichtmodul „Berufspraktikum Nanostrukturen“ ist Teil des „Praxismoduls“. Zur Anerkennung sind mindestens weitere 12 Credits aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu erbringen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Additive fachübergreifende Schlüsselkompetenzen (6c)</li> <li>• Hochleistungswerkstoffe und Nanotechnologie (6c)</li> <li>• Micromachining and optical device technology (6c)</li> <li>• Optoelectronic Devices (6c)</li> <li>• Organische Photochemie und Spektrometrie (6c)</li> <li>• Praktikum Biochemie (3c)</li> <li>• Praktikum Biologische AFM Anwendungen (3c)</li> <li>• Praktikum Molekulare Methoden (3c)</li> <li>• Praktikum Physikalische Chemie (6c)</li> <li>• Praktikum Zellbiologie (3c)</li> </ul>
Prüfungsleistungen:	<p>Schriftlicher Bericht (ca. 10 Seiten) oder mündliche Präsentation (ca. 15 min.) bewertet mit "Bestanden" oder "Nicht bestanden"</p>

## NSW 21 Micromachining and optical device technology

Modulbezeichnung:	Micromachining and optical device technology
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Micromachining</li> <li>• Lecture: Technology of electronic and optoelectronic devices (Consecutively in same semester)</li> </ul>
Semester:	6. Sem., in Summer
Modulverantwortlicher:	Prof. Hillmer
Sprache:	Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Mechatronik</li> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaft</li> <li>• B. Sc. Physik</li> </ul>
Lehrform (SWS):	Lecture 2 SWS + 2 SWS
Arbeitsaufwand:	60 hours course attendance 120 hours self-study
Kreditpunkte:	6 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Basic knowledge on semiconductor devices (transistor, laser diode, LED, photo diode), material science and optics Modul Elektronische Bauelemente (parallel attendance possible)
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> </ul>
Lernziele/Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding the fundamentals in micromachining, micro-opto-electro-mechanical systems (MOEMS) and optical MOEMS</li> <li>• Understanding the fundamentals of semiconductor technology including specific processes, schemes and required instrumentation</li> <li>• Methodology, interdisciplinary aspects, future perspectives and market trends</li> <li>• Finding solutions using interdisciplinary analogies</li> <li>• Establishing synergies between engineering disciplines and natural sciences</li> <li>• Introduction to the 21st century as the "century of photonics and nano technology".</li> <li>• Knowledge in micromachining, devices, thin layer and clean room technologies</li> <li>• Methodology in specialized miniaturization schemes and integration of electronic and optoelectronic devices and systems</li> <li>• Knowledge of design, fabrication and use of nanoelectronic, (opto-)electronic and micromachined devices</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to micromachining, microsystem techniques, miniaturization, packaging</li> <li>• Crystal growth: semiconductor wafers, thin layer epitaxy</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithography: optical, X-ray, electron-beam, ion-beam, EUVL, nano imprint</li> <li>• Plasma processing and vacuum technology</li> <li>• Deposition techniques: evaporation, sputtering, plasma assisted techniques</li> <li>• Dry and wet-chemical etching and clean room technology</li> <li>• Fabrication technology of electronic devices (planar transistor, electronic integrated chips), optoelectronic devices (semiconductor lasers, gratings) and micro-optoelectromechanical systems (MOEMS)</li> <li>• Introduction to micromachining, microsystem techniques, miniaturization, packaging and nanotechnology</li> <li>• Reasons for miniaturization and integration, types of micromachining</li> <li>• Sensors and actuators</li> <li>• Large variety of MEMS and MOEMS examples: membranes, springs, resonator elements, cantilevers, valves, manipulation elements, gripping tools, light modulators, optical switches, beam splitters, projection displays, micro optical bench, data distribution, micromachined tunable filters and lasers,</li> <li>• Displays: micromachined (micromirror) displays, laser display technology, vacuumelectronics</li> <li>• Lab tour in the clean room.</li> </ul>
Studienleistungen:	
Prüfungsleistungen:	Oral exam (30 – 45 min.)

## NSW 22 Nano-Sensorics

Modulbezeichnung:	Nano-Sensorics
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Nano-Sensorics</li> <li>• Practical Lab-Course: AFM Training</li> </ul>
Semester:	Ab 5. Sem.
Modulverantwortlicher:	Prof. Hillmer
Sprache:	Englisch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. Mechatronik</li> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaft</li> <li>• B. Sc. Physik</li> </ul>
Lehrform (SWS):	Lecture 2 SWS Practical Lab-Course 2 SWS
Arbeitsaufwand:	60 hours course attendance 90 hours self-study
Kreditpunkte:	5 Credits
Inhaltliche Voraussetzungen:	Knowledge of optics, material science and semiconductor devices Wahlmodul Optoelectronic Devices
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Wahlmodul Optoelectronic Devices</li> </ul>
Lernziele/Kompetenzen:	<p>Knowledge in modern measurement technologies used in current research and industrial applications</p> <p>Principles of optical sensors, scope of applications</p> <p>Overview on measurement techniques and operating principles</p> <p>Obtain an insight on industrial applications of nano-sensors</p> <p>Establishing synergies between engineering disciplines and natural sciences</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetition of light wave principles</li> <li>• Interferometry, white-light interferometer, integrated interferometers</li> <li>• Fiber-Bragg-Grating sensors, repetition of optical fibers</li> <li>• Optical sensors and applied devices in optical sensors</li> <li>• Thin-film preparation and measurement techniques (ellipsometry, RHEED)</li> <li>• Absorption, transmission, spectroscopy, gas-sensors</li> <li>• Intra-Cavity-Absorption-Spectroscopy, mode competition</li> <li>• Photoluminescence</li> <li>• Scanning Electron Microscope, Tunneling Electron Microscope</li> <li>• Atomic Force Microscope (AFM), cantilever based sensors</li> <li>• Magneto Resistive Effects</li> </ul>
Studienleistungen:	Written report in practical course
Prüfungsleistungen:	Oral exam (20 - 30 min.)

## NSW 23 Physik-Seminar

Modulbezeichnung:	Physik-Seminar
ggf. Lehrveranstaltungen:	Seminar Physik
Semester:	Ab 5. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Sc. in Physik: Pflichtmodul</li> <li>• B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Seminar 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 2h x 15 = 30h Selbststudium: 90h <b>Summe: 120h</b>
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Quanten-, Atom- und Molekülphysik</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung in B. Sc. in Nanostrukturwissenschaften oder einen der anderen oben genannten Studiengänge</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Quanten-, Atom- und Molekülphysik</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständige Erarbeitung physikalischer Themen anhand von Literatur.</li> <li>• Erstellung übersichtlicher Präsentationsfolien.</li> <li>• Verständliche Darstellung des Themas in einem Vortrag unter Einhaltung der Zeitvorgabe.</li> <li>• Führen einer wissenschaftlichen Diskussion.</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Studierende erwerben die Fähigkeit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zum selbstständigen Einarbeiten in eine wissenschaftliche Fragestellung</li> <li>• einen Vortrag zu einer physikalischen Fragestellung auszuarbeiten</li> <li>• übersichtliche und verständliche Vortragsfolien zu erstellen und für die Präsentation mit einem Beamer vorzubereiten.</li> <li>• in freier Rede wissenschaftliche Inhalte in einer Weise vorzustellen, dass sie für den Zuhörer interessant, überzeugend und verständlich sind</li> <li>• eine wissenschaftliche Diskussion zu dem Vortragsthema zu führen und auf Fragen kompetent zu antworten.</li> </ul>
Inhalt	Anleitung zur Konzeption eines Vortrags Wechselnde Inhalte aus Physik und Nanostrukturwissenschaften
Studienleistungen:	Aktive Teilnahme am Seminar
Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (Insgesamt 45–60 min.)

## NSW 24 Neurophysiologie

Modulbezeichnung:	Neurophysiologie
ggf. Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Sinnesphysiologie</li> <li>• Seminar zu Themen aus den Bereichen Sinnesphysiologie, Biophysik, Neuroethologie</li> <li>• Praktikum Grundlagen der Neurophysiologie</li> </ul>
Semester:	Ab 5. Sem., jährlich, WS
Modulverantwortliche:	Prof. Stengl
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Sc. Biologie: Wahlmodul</li> <li>• B. Sc. Nanostrukturwissenschaften: Wahlmodul</li> </ul>
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS Seminar 2 SWS Praktikum 2 SWS
Arbeitsaufwand:	90 Stunden Präsenzzeit 90 Stunden Selbststudium
Kreditpunkte:	6 (davon 1 Credit integrierte Schlüsselkompetenzen)
Inhaltliche Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Biochemie, Zellbiologie und Neurobiologie</li> <li>• Biologisch-Biophysikalische Grundlagen</li> </ul>
Voraussetzung zur Prüfungsanmeldung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschreibung B. Sc. Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Einführung Nanostrukturwissenschaften</li> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Mechanik und Wärme</li> <li>• Mathematik I + II</li> <li>• Biologische und biophysikalische Grundlagen</li> <li>• Grundlagen der Anorganischen Chemie</li> <li>• Elektrizität und Optik</li> <li>• Praktikum Nanostrukturwissenschaften</li> </ul>
Lernziele und Kompetenzen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Grundlagen der einzelnen Sinnessysteme von Vertebraten inkl. Menschen, Invertebraten</li> <li>• Grundlagen der neuronalen Steuerung von Verhalten</li> <li>• Kritische und selbständige Erarbeitung eines Seminarthemas aus der Bereiche Sinnesphysiologie, Biophysik, Neuroethologie</li> </ul>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aneignung von Fachliteratur</li> <li>• Software-Kompetenzen</li> <li>• Fähigkeit zum analytischen Denken und Kritikfähigkeit</li> <li>• Gedächtnis- und Konzentrationstraining</li> <li>• Effiziente Literaturrecherche</li> <li>• Logischer Aufbau eines Vortrages</li> <li>• Erstellung einer multimedialen Präsentation</li> </ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Sinnesphysiologie, Olfaktorik, Gustatorik</li> <li>• Visuelles System I: Säugetierauge</li> <li>• Visuelles System II: Zentrale Sehbahn, Visueller Kortex</li> <li>• Visuelles System III: Insekten</li> <li>• Mechanosensorik I: Somatosensorik, Propriozeption</li> <li>• Mechanosensorik II: Gleichgewichtssinn, Auditorisches System der Insekten</li> <li>• Mechanosensorik III: Auditorisches System Säugetiere</li> <li>• Thermoperzeption, Nocizeption</li> <li>• Elektro-, Magnetoperzeption</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multisensorische Integration</li><li>• Funktion von Neuropeptiden bei der Steuerung physiologischer Prozesse und bei der Organisation von Verhaltensleistungen</li><li>• Analyse von biologischen Oszillationen und deren Kopplung</li><li>• Extra- und intrazelluläre Techniken an Zellkultur und Tier</li><li>• Patchclamp-Versuche</li></ul>
Studienleistungen:	Regelmäßige, aktive Teilnahme an Seminar und Praktikum
Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit PowerPointpräsentation und anschließender Diskussion (Insgesamt ca. 30 min.)