



Modulkatalog Nanotechnologie  
Bachelor- und Masterstudiengang  
Sommersemester 2023

## **Wichtige Hinweise zu Ihrem Modulkatalog:**

Der Modulkatalog Nanotechnologie enthält wichtige Hinweise zum grundsätzlichen Aufbau Ihres Studiums und Detailinformationen zu den einzelnen Modulen. Aufgrund der Komplexität der Inhalte kann jedoch nicht garantiert werden, dass alle Informationen korrekt sind. Insbesondere in Bezug auf Modul- und zugehörige Lehrveranstaltungsbezeichnungen und die Form, wie diese abgeprüft werden, gibt ausschließlich die Anlage 1 der für Sie gültigen Prüfungsordnung rechtssicher Auskunft und Sie können sich darauf berufen. Die für Sie gültige Prüfungsordnung finden Sie unter:

<https://www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium/pruefungsinfos-fachberatung/nanotechnologie-bsc/ordnungen>

bzw.

<https://www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium/pruefungsinfos-fachberatung/nanotechnologie-msc/ordnungen>

## **Studiengangsseiten des LNQE**

Bitte informieren Sie sich regelmäßig auf den Studiengangsseiten der Nanotechnologie, die über das LNQE für Sie bereits gestellt werden. Ankündigungen und Neuerungen finden Sie zusammengefasst auf der Startseite:

<https://www.lnqe.uni-hannover.de/de/studium-nanotechnologie/>

Wichtige Regelungen zu Prüfungsangelegenheiten (z. B. Prüfungsanmeldung, Verfahren zu Antragstellungen an den Prüfungsausschuss, Anhörungsverfahren,...) finden Sie unter dem Reiter „Prüfungsinformationen“:

<https://www.lnqe.uni-hannover.de/de/studium-nanotechnologie/pruefungsinformationen>

Bitte lesen Sie alle hier eingestellten Informationen sorgfältig durch!

Impressum

### **Herausgeber**

Fakultät für Mathematik und Physik der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr. W. Bauer

Bearbeitet von: Dr. K. Radatz

Adresse: Appelstr.11A, D-30167 Hannover

Telefon: +49 (0)511 / 762 - 14594

Fax: +49 (0)511 / 762 - 5819

E-Mail: [nano@maphy.uni-hannover.de](mailto:nano@maphy.uni-hannover.de)

Online unter:

[www.lnqe.uni-hannover.de/de/studium-nanotechnologie](http://www.lnqe.uni-hannover.de/de/studium-nanotechnologie)

---

Einleitung.....	1
Teil A: Bachelorstudium .....	2
Allgemeines.....	2
Grundlagenstudium (105 LP).....	2
Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie (8 LP).....	2
Kompetenzfeld: Chemie (16 LP) .....	2
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP) .....	3
Kompetenzfeld: Maschinenbau (15 LP).....	3
Kompetenzfeld: Mathematik (22 LP).....	3
Kompetenzfeld: Physik (26 LP) .....	3
Vertiefungsstudium (40 LP).....	3
Kompetenzfeld: Chemie (20 LP) .....	4
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (20 LP) .....	4
Kompetenzfeld: Maschinenbau (20 LP).....	5
Kompetenzfeld: Physik (20 LP) .....	5
Schlüsselkompetenzen (5 LP).....	5
Fachpraktikum (12 Wochen, 15 LP).....	6
Bachelorarbeit (450 Stunden, 15 LP).....	6
Studienverlauf.....	6
Teil B: Masterstudium .....	7
Allgemeines.....	8
Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie (12 LP).....	9
Wahlpflichtmodule (35-42 LP).....	10
Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe (11 LP) .....	10
Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien (12 LP).....	10
Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik (14 LP).....	10
Wahlpflichtmodul: Materialphysik (14 LP) .....	10
Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik (12 LP) .....	10
Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik (14 LP) .....	11
Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik (14 LP) .....	11
Wahlmodule (18-25 LP).....	12
Wahlmodul Physik.....	12
Wahlmodul Maschinenbau.....	13
Wahlmodul Chemie.....	13
Wahlmodul Elektrotechnik.....	14
Laborpraktika .....	16

---

Teil C: Verzeichnis der Kursbeschreibungen.....	18
Bachelorstudium: Lernergebnisse.....	18
Bachelor Nanotechnologie.....	20
<b>Grundlagenstudium</b> .....	20
Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie.....	20
Kompetenzfeld: Chemie.....	22
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik.....	25
Kompetenzfeld: Maschinenbau.....	28
Kompetenzfeld: Mathematik.....	31
Kompetenzfeld: Physik.....	34
<b>Vertiefungsstudium</b> .....	38
Kompetenzfeld: Chemie.....	38
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik.....	43
Kompetenzfeld: Maschinenbau.....	48
Kompetenzfeld: Physik.....	54
<b>Schlüsselkompetenzen</b> .....	57
<b>Fachpraktikum 12 Wochen</b> .....	64
<b>Bachelorarbeit</b> .....	65
Masterstudium: Lernergebnisse.....	66
Master Nanotechnologie.....	68
<b>Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie</b> .....	68
<b>Wahlpflichtmodule</b> .....	71
Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe.....	71
Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien.....	77
Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik.....	80
Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik.....	86
Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik.....	89
Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik.....	92
<b>Wahlmodule</b> .....	95
Wahlmodul: Physik.....	95
Wahlmodul: Maschinenbau.....	115
Wahlmodul: Chemie.....	130
Wahlmodul: Elektrotechnik.....	153
<b>Laborpraktika</b> .....	163
<b>Masterarbeit</b> .....	168

## Einleitung

Liebe Studierende,

In den letzten beiden Jahrzehnten hat die Nanotechnologie auf breiter wissenschaftlicher Basis herausragende Innovationen in allen Bereichen der Grundlagenforschung, der modernen industriellen Fertigung und den Lebenswissenschaften getrieben. Zweifellos gehört sie zu den Schlüsseltechnologien dieses Jahrhunderts und ist mit ihrer weitreichenden Interdisziplinarität ein Entwicklungsfeld, das auch in Zukunft noch außerordentlich an Bedeutung gewinnen wird. Vor Ihnen liegt nun das Angebot der Leibniz Universität für die Studiengänge Bachelor of Science und Master of Science Nanotechnologie. Diese Studiengänge bilden mit ihren fakultätsübergreifenden Kursen aus dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und Informatik, Mathematik und Physik sowie den Naturwissenschaften in Kooperation mit dem Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) in Hannover genau diesen hohen Grad der Interdisziplinarität ab. Sie bereiten so ein solides Fundament für eine Tätigkeit sowohl im wissenschaftlichen Umfeld als auch in allen industriellen Sektoren der Nanotechnologie.

Bei Bedarf finden Sie Unterstützung zu Studienfragen bei den Hochschullehrern und Hochschullehrerinnen, der Studiengangskoordinatorin, erfahrenen Studierenden oder den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Instituten. Scheuen Sie sich nicht, diese Möglichkeiten in Anspruch zu nehmen.

Viele Grüße,

Wolfram Bauer

Studiendekan der Fakultät für Mathematik und Physik

## Teil A: Bachelorstudium

### Allgemeines

Die Regelstudienzeit des Bachelorstudiengangs „Nanotechnologie“ beträgt sechs Semester. Die Ausbildung setzt sich zum einen aus Vorlesungen und Übungen zusammen. Darin werden Grundlagen und vertiefende Kenntnisse aus verschiedenen Studienschwerpunkten gelehrt. Zum anderen erfolgt die praktische Ausbildung durch 12 Wochen berufspraktische Tätigkeiten, Laborpraktika sowie die Bachelorarbeit als Abschlussarbeit. Insgesamt sind 180 Leistungspunkte (LP) zu erreichen, welche sich wie folgt auf die einzelnen Leistungen aufteilen:

Grundlagenkurse	105 LP
Vertiefungsstudium (2 Vertiefungsfächer)	40 LP
Schlüsselkompetenzen	5 LP
Fachpraktikum (12 Wochen)	15 LP
Bachelorarbeit	15 LP

### Grundlagenstudium (105 LP)

Im Grundlagenstudium werden hauptsächlich in den ersten drei Semestern technische, mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse vermittelt.

#### Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie (8 LP)

Einführung in die Nanotechnologie	Haug/Caro/ Wurz/ Krügener	WS	5 LP
Seminar Nanotechnologie	Schulze- Wischeler	WS/SS	3 LP

#### Kompetenzfeld: Chemie (16 LP)

Allgemeine Chemie für Nanotechnologie und Physik	Polarz, Siroky, Franke, Gebauer, Renz	WS	5 LP
Praktikum und Seminar Allgemeine Chemie für Nanotechnologie	Renz	SS	5 LP

Thermodynamik für Nanotechnologie	Weinhart, Caro	SS	6 LP
-----------------------------------	-------------------	----	------

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP)

Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke + Grundlagenlabor Teil 1	Zimmermann, Garbe, Werle	WS+SS	8 LP
Grundlagen der Elektrotechnik: Elektrische und magnetische Felder + Grundlagenlabor Teil 2		SS+WS	10 LP

Kompetenzfeld: Maschinenbau (15 LP)

Technische Mechanik I für Nanotechnologie	Junker	WS	5 LP
Technische Mechanik II für Nanotechnologie		SS	5 LP
Mikro- und Nanotechnologie	Wurz	WS	5 LP

Kompetenzfeld: Mathematik (22 LP)

Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I	Krug	WS	8 LP
Mathematik für die Ingenieurwissenschaften II		SS	8 LP
Mathematik für die Ingenieurwissenschaften - Numerik- III	Leydecker/ Attia	WS	6 LP

Kompetenzfeld: Physik (26 LP)

Mechanik und Wärme für Nanotechnologie	Oestreich	WS	6 LP
Elektrizität und Relativität für Nanotechnologie	Danzmann	SS	8 LP
Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene	Morgner	WS	8 LP
Grundpraktikum Physik für Nanotechnologie	Weber	SS	4 LP

**Vertiefungsstudium (40 LP)**

Im Vertiefungsstudium erfolgt eine fachliche Spezialisierung der erlernten Grundlagen in zwei von den Kompetenzfeldern Chemie, Elektrotechnik und Informatik, Maschinenbau und Physik, d.h. die Studierenden wählen zwei Kompetenzfelder nach ihren Wünschen aus und gestalten so ihren Stundenplan. Es muss ein ingenieurwissenschaftliches (Elektrotechnik oder Maschinenbau) und ein naturwissenschaftliches (Chemie oder Physik) Kompetenzfeld gewählt werden. Formal legt man die Wahl des Kompetenzfeldes durch die Anmeldung zur ersten Prüfung fest. Bitte beachten Sie das bei der Prüfungsanmeldung.

Im Kompetenzfeld Chemie zählt die Note der mündlichen Prüfung im Modul „Anorganische Chemie 2“ für das ganze Kompetenzfeld, also für 20 LP, da die anderen beiden Module unbenotet sind. In den anderen Kompetenzfeldern setzt sich die Note als (mit LP) gewichtetes Mittel aus den Modulen zusammen.

Kompetenzfeld: Chemie (20 LP)

Anorganische Chemie I	Schneider, Renz	SS	5 LP
Anorganische Chemie II für Nanotechnologie	Schneider, Renz	WS	5 LP
Instrumentelle Methoden 1	Gebauer, Müggenburg, Feldhoff, Grabow, Schaate, Schneider	WS	6 LP
Technische Chemie I	Kara	SS	4 LP

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (20 LP)

Halbleiterelektronik	Doll/Kerker + Wicht	SS+SS	8 LP
Regelungstechnik (ET)	Müller + Niemann	WS+WS	7 LP
Sensorik und Nanosensoren	Zimmermann	WS	5 LP



**Kompetenzfeld: Maschinenbau (20 LP)**

Werkstoffkunde 1 Nanotechnologie	Maier, Möhwald	WS+SS	5 LP
Werkstoffkunde 2 für Nanotechnologie	Maier, Möhwald	WS+SS	5 LP
Mikro- und Nanosysteme	Wurz	SS	5 LP
Regelungstechnik (MB)	Reithmeier + Seume	SS	5 LP

**Kompetenzfeld: Physik (20 LP)**

Elektronik	Block	SS+ SS/WS	6 LP
Quantenmechanik	Santos	SS	6 LP
Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologie	Gerhardt	WS	8 LP

**Schlüsselkompetenzen (5 LP)**

Das Modul Schlüsselkompetenzen besteht wahlweise aus den folgenden Veranstaltungen im Umfang von 5 LP:

Einführung in das Recht für Ingenieure	von Zastrow	WS	3 LP
Technikrecht	von Zastrow	WS+SS	4 LP
Technikrecht in der Praxis	von Zastrow	WS+SS	4 LP
Betriebsführung	Nyhuis	SS	5 LP
Wissenschaftliche Methodik und Soft Skills im Ingenieurs- und Forschungsbereich	Körner	WS+SS	3 LP
Tutorien des Maschinenbaus	s. Veranstaltungsinformationen		
Angebote des Zentrums für Schlüsselkompetenzen	s. Veranstaltungsinformationen		
Starting Business Angebote	s. Veranstaltungsinformationen		
Angebote des Language Learning Centers	s. Veranstaltungsinformationen		

### **Fachpraktikum (12 Wochen, 15 LP)**

Um eine praxisnahe Ausbildung im Fach Nanotechnologie zu bieten, wird eine berufspraktische Tätigkeit gefordert. Dieses Praktikum wird in Industriebetrieben durchgeführt und vermittelt den Studierenden so den Zusammenhang zwischen der universitären Ausbildung und der praktischen Tätigkeit. Die Anerkennung des Praktikums erfolgt durch das Praktikumsamt und muss im Vorfeld durch das Praktikumsamt genehmigt werden (<https://www.maschinenbau.uni-hannover.de/praktika.html>).

### **Bachelorarbeit (450 Stunden, 15 LP)**

Den Abschluss des Studiums bildet die Bachelorarbeit. Dabei beträgt die Bearbeitungszeit 450 Stunden, also 11-12 Wochen Vollzeit. Die Arbeit kann allerdings studienbegleitend geschrieben werden, daher ist der Bearbeitungszeitraum auf sechs Monate festgelegt worden. Zusätzlich zu der schriftlichen Ausarbeitung gehört zu der Bachelorarbeit auch ein verpflichtender Vortrag. Um zur Bachelorarbeit zugelassen zu werden müssen bereits 120 LP des Bachelorstudiums erbracht sein. Die Anmeldung zur Bachelorarbeit erfolgt über ein Formular im Prüfungsamt. Als Prüfer ist ein Professor oder eine Professorin der Fakultät für Mathematik und Physik, der Fakultät für Elektrotechnik, der Fakultät für Maschinenbau oder der Naturwissenschaftlichen Fakultät zu benennen.

### **Studienverlauf**

Auf der nächsten Seite finden Sie einen Studienverlaufsplan. Dieser zeigt beispielhaft, wie das Studium aussehen kann. Die ersten drei Semester sind relativ fest, danach kommt der flexible zweite Teil des Studiums, in dem Sie die Veranstaltungen selbständig planen. Bitte beachten Sie zur Orientierung, dass der Aufwand durchschnittlich 30 LP pro Semester betragen sollte.

## Bachelorstudium Nanotechnologie (PO 2022)

		1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Grundlagenbereich	Elektrotechnik (ET)	Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetze (6LP, PL)	Grundlagen der Elektrotechnik: Elektrische und magnetische Felder (8LP, PL) GruLaLa Teil 1 (2LP, SL)	GruLaLa Teil 2 (2 LP, SL)				18
	Maschinenbau (MB)	Technische Mechanik I für MB (5LP, PL)	Technische Mechanik II für MB (5LP, PL)	Mikro- und Nanotechnologie (5LP, PL)				15
	Mathematik (MP)	Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I (8LP, PL)	Mathematik für die Ingenieurwissenschaften II (8LP, PL)	Mathematik für die Ingenieurwissenschaften Numerik- III (6LP, PL)				22
	Physik (MP)	Mechanik und Wärme (6LP, SL)	Elektrizität und Relativität (8LP, PL)	Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene (8LP, PL)	Grundpraktikum Physik (4LP, SL)			26
	Chemie (N)			Allg. Chemie für Nanotechnologie und Physik (5LP, SL)	Thermodynamik für Nanotechnologie (6LP, PL) Praktikum und Seminar Allg. Chemie für Nanotechnologie (5LP, SL)			16
	Einführung Nano (alle Fakultäten)	Einführung in die Nanotechnologie (5LP, PL)				Seminar Nanotechnologie (3LP, SL)		8
Vertiefungsbereich Naturwissenschaften (Chemie oder Physik)	WK Chemie (N)				Anorganische Chemie I (5LP, SL)	Anorganische Chemie II (5LP, PL) Instrumentelle Methoden I (6LP, SL)	Technische Chemie I (4LP, SL)	20
	WK Physik (MP)				Elektronik (4LP, PL) Quantentheorie für Nanotechnologen (6LP, SL)	Praktikum Elektronik (2LP, SL) Einführung in die FKP (8LP, PL)		20
Vertiefungsbereich Technik (ET oder MB)	WK Elektrotechnik (ET)				Grundlagen der Halbleiterbauelemente (4LP, SL) Halbleiterschaltungstechnik (4LP, PL)	Regelungstechnik I (ET) (4LP, PL) Sensorik und Nanosensoren (5LP, PL)		20
	WK Maschinenbau (MB)						Regelungstechnik I (MB) + Tutorium (5LP, PL)	20
						Informationstechnisches Praktikum (3LP, SL)		
SK und FP	Schlüsselkompetenzen			Auswahl aus Veranstaltungen im Bereich Schlüsselkompetenzen laut Modulkatalog (5LP, SL/PL)				5
	Fachpraktikum					Fachpraktikum (15LP, SL)		15
	Bachelorarbeit						Bachelorarbeit (15LP, PL)	15
	Leistungspunkte/ Prüfungsleistungen	29 / 1	31 / 3	nach individueller Planung unterschiedlich (ca. 30LP und 2-4 PL pro Semester)				180

ET: Fakultät für Elektrotechnik und Informatik

MP: Fakultät für Mathematik und Physik

MB: Fakultät für Maschinenbau

Zusammenarbeit aus ET, MP, MB, N

N: naturwissenschaftliche Fächer

alle Fakultäten

Firmen / Forschungseinrichtungen

## Teil B: Masterstudium

### Allgemeines

Die Regelstudiendauer des Masterstudiengangs Nanotechnologie beträgt vier Semester, wovon ein Semester auf die Masterarbeit entfällt. Insgesamt sind 120 Leistungspunkte (LP) zu erreichen, welche sich wie folgt aufteilen:

Pflichtmodul „Methoden der Nanotechnologie“	12 LP
3 Wahlpflichtmodule	35 - 42 LP
Wahlmodule	18 - 25 LP
Studium Generale	6 LP
Labore	12 LP
Masterarbeit (6 Monate)	30 LP

### Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie

Die Module des Pflichtmoduls sind von allen Studierenden zu besuchen und vermitteln wichtige Kenntnisse aus den Methoden der Nanotechnologie.

### Wahlpflichtmodule (35-42 LP)

Neben den Grundlagenkursen sind von den Studierenden drei der angebotenen Wahlpflichtmodule als Vertiefungsfächer zu wählen:

- Physikalische Chemie der Nanomaterialien
- Anorganische Chemie der Nanomaterialien
- Lasertechnik/ Photonik
- Materialphysik
- Mikro- und Nanoelektronik
- Mikroproduktionstechnik
- Biomedizintechnik

Die Zusammensetzung der Wahlpflichtmodule finden Sie auf Seiten 10-11.

### Wahlmodule (18-25 LP)

Im Wahlbereich Master können Veranstaltungen aus der Liste auf Seiten 12-14 gewählt werden. Zusammen mit den Wahlpflichtmodulen sollen dabei mindestens 60 LP erreicht werden.

**Studium Generale (6 LP)**

Für das Studium Generale besteht die Wahlfreiheit aus dem gesamten Angebot der Universität, sofern die Veranstaltungen mit Leistungspunkten versehen sind. Diese Module gehen unbenotet als Studienleistungen in das Masterstudium ein.

**Labore (360 Stunden, 12 LP)**

Im Rahmen des Studiums müssen die Studierenden drei verschiedene Labore absolvieren, davon mindestens jeweils eines aus dem Bereich Naturwissenschaften bzw. Ingenieurwissenschaften. Als Labore stehen ein Labor Halbleitertechnologie (Prof. Osten), ein Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen (Prof. Zimmermann), ein Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik (Dozenten der Festkörperphysik), ein Mikrotechniklabor (Prof. Wurz) und ein Labor Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale (Prof. Bigall) zur Auswahl.

**Masterarbeit (6 Monate, 30 LP)**

Den Abschluss des Studiums bildet die Masterarbeit mit einer Gesamtdauer von sechs Monaten. Zusätzlich zu der schriftlichen Ausarbeitung geht ein verpflichtender Vortrag über die Arbeit in die Note ein. Um zur Masterarbeit zugelassen zu werden müssen bereits 60 LP des Masterstudiums erbracht sein. Die Anmeldung zur Masterarbeit erfolgt über ein Formular im Prüfungsamt. Als Erstprüfer ist ein Professor der Fakultät für Mathematik und Physik, der Fakultät für Elektrotechnik, der Fakultät für Maschinenbau oder der Naturwissenschaftlichen Fakultät zu benennen. Zudem ist ein Zweitprüfer zu benennen.

**Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie (12 LP)**

Physikalische Materialchemie für Nanotechnologie	Bigall, Feldhoff, Caro, Dorfs	SS	7 LP
Quantenstrukturbaulemente für Nanotechnologie <sup>1</sup>	Haug	WS/SS	5 LP

---

<sup>1</sup> Kenntnisse der Vorlesung „Einführung in die Festkörperphysik“ werden vorausgesetzt

**Wahlpflichtmodule (35-42 LP)**Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe (11 LP)

Kolloide und Nanoteilchen	Bigall, Dorfs	SS+WS	4 LP
Elektronenmikroskopie	Feldhoff	WS	4 LP
Physikalische Chemie III	Bigall	WS	3 LP

Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien (12 LP)

Anorganische Chemie: Bindung - Struktur - Eigenschaften	Schneider, Renz	WS	6 LP
Anorganische Materialchemie für Nanotechnologie <sup>2</sup>	Polarz, Renz	SS	6 LP

Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik (14 LP)

Lasermaterialbearbeitung	Overmeyer	SS	5 LP
Photonik für Nanotechnologie	Chichkov/ Hinze	WS	4 LP
Kohärente Optik	Mehlstäubler, Schmidt	SS	5 LP

Wahlpflichtmodul: Materialphysik (14 LP)

Optische Schichten für Ingenieurwissenschaften	Ristau	WS	5 LP
Physik der 2D Materialien für Nanotechnologie	Bockhorn, Haug	WS	4 LP

Physik der Solarzelle	Brendel	SS	5 LP
-----------------------	---------	----	------

Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik (12 LP)

Halbleitertechnologie	Osten	WS	4 LP
Technologie integrierter Bauelemente	Osten	SS	4 LP
Bipolarbauelemente	Wietler	WS	4 LP

<sup>2</sup> Die bestandene Prüfung „Anorganische Chemie II“ wird vorausgesetzt.

Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik (14 LP)

Nanoproduktionstechnik	Wurz	SS	5 LP
Produktion optoelektronischer Systeme	Overmeyer	WS	5 LP
Aufbau- und Verbindungstechnik für Nanotechnologie	Wurz	SS	4 LP

Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik (14 LP)

Mikro- und Nanotechnik in der Biomedizin für Nanotechnologie	Wurz	WS	4 LP
Sensoren in der Medizintechnik	Zimmermann	SS	5 LP
Biomedizinische Technik für Ingenieure I	Glasmacher	WS	5 LP

**Wahlmodule (18-25 LP)**Wahlmodul Physik

Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologie <sup>3</sup>	Gerhardt	WS	5 LP
Physik der Solarzelle	Brendel	SS	5 LP
Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik für Nanotechnologie	Heisterkamp/ Lubatschowski	WS	4 LP
Seminar zu Photonik	Chichkov	WS	3 LP
Nichtlineare Optik für Nanotechnologie	Morgner	SS	5 LP
Atom- und Molekülphysik für Nanotechnologie	Ospelkaus	WS	5+3 LP
Physics of Life	Chichkov	SS	2 LP
Proseminar Biophotonik	Roth	WS/SS	3 LP
Fortgeschrittene Festkörperphysik	Ding	WS	5 LP
Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und -verarbeitung mit LabView	Schinke	WS	5 LP
Introduction to Nanophysics	Ding/Zhang	SS	10 LP
Optical Characterization of Nanostructures	Ding	WS/SS	2 LP
Growth and Characterization of Nanostructures	Ding	WS/SS	2 LP
Energy Storage materials and devices	Zhang	WS	4 LP
Nanomaterials in energy storage devices	Zhang	WS/SS	2 LP
Seminar Chemie und Physik der Nanostrukturen	Haug	WS	4 LP
Fracture of Materials and Fracture Mechanics	Zhuang	WS	4 LP
Einführung in die Multiskalen- und Multiphysikmodellierung	Zhuang	WS	5LP
Laborpraktikum Einführung in die Multiskalen - und Multiphysik - Modellierung	Zhuang	WS	2 LP
Atomoptik	Ospelkaus, Ospelkaus- Schwarzer	SS	4 LP

<sup>3</sup> Sofern nicht schon im Bachelorstudium belegt.



Wahlmodul Maschinenbau

Biokompatible Werkstoffe	Klose	SS	5 LP
Optische Analytik	Heidenblut	WS	4 LP
Thermodynamik I (für Maschinenbauer)	Kabelac	WS	4 LP
Biomedizinische Technik für Ingenieure II	Glasmacher	SS	5 LP
Optical Measurement Technology (Optische Messtechnik)	Reithmeier/Hinz	WS	5 LP
Qualitätsmanagement <sup>3</sup>	Denkena	SS	5 LP
Implantologie	Glasmacher	SS	4 LP
Laser in der Biomedizintechnik	Kaierle	WS	5 LP
Biophotonik für Nanotechnologie	Heisterkamp	SS	4 LP
Entwicklungsmethodik-Produktentwicklung I	Lachmeyer	WS	5 LP
Oberflächentechnik	Möhwald	WS	4 LP
Introduction to Optical Technologies	Calà Lesina	SS	5 LP
Introduction to Nanophotonics	Calà Lesina	WS	5 LP
Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe	Bittner	SS+WS	5LP
Chemische Analyse von Kunststoffen	Shamsuyeva	SS+WS	5LP

Wahlmodul Chemie

Organische Chemie I	Cox, Kalesse, Heretsch	WS	6 LP
Anorganische Chemie III	Polarz	WS	3 LP
Smart Materials: Funktion durch Stimulus -Materie Interaktionen	Polarz, Krysiak	WS/SS	4 LP
Biomaterialien und Biomineralisation	Ehlert, Gebauer, Weinhart	SS	4 LP

Biomaterialien und Biomineralisation mit Laborübung	Ehlert, Gebauer, Weinhart	SS	8 LP
Grundlagen der Materialanalytik für Nanotechnologie	Gebauer, Dorfs, Giese, Lacayo- Pineda	SS	3 LP
Laborübung Grundlagen der Materialanalytik (3P)	Gebauer, Dorfs, Feldhoff, Giese	SS	3 LP
Polymere Materialien für Nanotechnologie	Giese	WS	5 LP
Laborübung Polymere Materialien	Giese	WS	8 LP
Instrumentelle Methoden 2 (3V, 1Ü)	Grabow, Müggenburg, Dräger	SS	5 LP
Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen	Gebauer	WS/SS	4 LP
Anorganische Chemie 2 für Nanotechnologie	Schneider, Renz	WS	5 LP
Laborübung Festkörpersynthese und Materialpräparation	Polarz	SS	4 LP
Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente	Renz	SS	8LP
Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen	Renz	SS	4LP

### Wahlmodul Elektrotechnik

MOS-Transistoren und Speicher	Wietler	SS	5 LP
Messtechnik I	Bunert/ Garbe/ Zimmermann	SS	5 LP
Wirkungsweise und Technologie von Solarzellen	Peibst	WS	4 LP
Sensorik und Nanosensoren <sup>4</sup>	Zimmermann	WS	5 LP
Blockpraktikum „Labor- und Simulationspraxis Solarenergie“	Schinke/ Brendel	SS	4 LP

<sup>4</sup> Sofern nicht schon im Bachelorstudium belegt.

---

Mikro- und Nanosysteme: Modellierung, Charakterisierung, Herstellung und Anwendung	Körner	WS	5 LP
Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizin-Sensorik	Körner	SS	5 LP

**Außerdem zugelassen im Wahlbereich sind alle Veranstaltungen aus den Wahlpflichtmodulen, die nicht belegt werden.**

## Laborpraktika

Im Rahmen des Studiums müssen die Studierenden drei verschiedene Labore absolvieren, davon mindestens jeweils eines aus dem Bereich Naturwissenschaften bzw. Ingenieurwissenschaften.

Im Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik erwerben die Studierenden spezielle praktische Fertigkeiten und Kenntnisse der Festkörperphysik und können die entsprechend erforderlichen Methoden selber anwenden. Das Labor Halbleitertechnologie vermittelt anhand mehrerer Versuche praxisnah die wichtigen Aspekte der Halbleitertechnologie. Im Laborpraktikum Mikrotechnik erlernen die Studierenden Grundlagen des spinabhängigen Transports, mit dem die Erfassung magnetischer Felder möglich ist sowie die dazugehörige Messtechnik.

Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik für Nanotechnologie <sup>5</sup>	Block	WS/SS	4 LP
Laborpraktikum Halbleitertechnologie	Osten	WS	4 LP
Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen	Zimmermann	SS	4 LP
Laborpraktikum Mikrotechnik	Wurz	SS	4 LP
Laborübung Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale	Bigall, Dorfs, Klüppel, Feldhoff	SS	4 LP

<sup>5</sup> Kenntnisse der Vorlesung „Einführung in die Festkörperphysik“ werden vorausgesetzt

## Masterstudium Nanotechnologie (PO 2016)

	Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4	LP
Pflichtmodul "Methoden der Nanotechnologie"	Physikalische Materialchemie für Nanotechnologie				12
	Quantenstrukturbaulemente für Nanotechnologie				
3 Wahlpflichtmodule	Wahlkompetenzfelder: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe, Anorganische Chemie der Nanomaterialien, Lasertechnik/Photonik, Materialphysik, Mikro- und Nanoelektronik, Mikroproduktionstechnik und Biomedizintechnik				35-42
Wahlmodule	Wahlmodule gemäß Modulkatalog (Chemie, Elektrotechnik, Physik und Maschinenbau)				18-25
Studium Generale	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 6 LP. Für das Studium Generale besteht die Wahlfreiheit aus dem gesamten Angebot der Universität, sofern die Veranstaltungen mit Leistungspunkten versehen sind. Diese Module gehen unbenotet als Studienleistungen in das Masterstudium ein.				6
Labore	Labor Halbleitertechnologie, Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen, Laborpraktikum Festkörperphysik, Mikrotechniklabor, Laborpraktikum Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterialien				12
Masterarbeit				Masterarbeit 6 Monate	30

N: naturwissenschaftliche Fächer

alle Fakultäten

Firmen / Forschungseinrichtungen

Zusammenarbeit aus ET, MP, MB, N

MP: Fakultät für Mathematik und Physik

## Teil C: Verzeichnis der Kursbeschreibungen

### Bachelorstudium: Lernergebnisse

Aufgaben und Anforderungen im Fach Nanotechnologie:

Die Nanotechnologie befasst sich mit Strukturen, die in mindestens einer Dimension kleiner als 100 nm sind. Nanotechnologie zielt auf die Herstellung dieser Strukturen, die Detektion und Modifikation ihrer Eigenschaften sowie auf das Erschließen von Nutzungspotentialen für konkrete Anwendungsfelder hin.

Dies erfordert fundierte Kenntnisse in denjenigen Teilgebieten von Physik, Chemie, Elektrotechnik und Maschinenbau, die für die Nanotechnologie einschlägige Aspekte behandeln.

Die Herausforderung bei der Bearbeitung nanotechnologischer Fragestellungen besteht darin, das Wissen sowie Ansätze und Methoden der beteiligten Disziplinen in Forschung und Entwicklung zu verknüpfen und neue disziplinübergreifende Lösungen zu schaffen (innovatives und interdisziplinäres Arbeiten).

Wesentliche Qualifikationsziele im Bachelorstudiengang Nanotechnologie sind:

- der Aufbau eines breiten Grundlagenwissens in den Disziplinen Physik, Chemie, Elektrotechnik und Maschinenbau:  
grundlegendes Verständnis für die Prinzipien naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und Theoriebildung und die Fähigkeit zur Veranschlagung abstrakter Modellvorstellungen und Konzepte zur Bearbeitung konkreter Fragestellungen und zur Lösung realer Problemstellungen.
- die Entwicklung eines komplexen, disziplinübergreifenden Blicks auf nanotechnologische Fragestellungen.
- das Nach- und Mitvollziehen nanotechnologischer Problemstellungen sowie die Entwicklung von Lösungsansätzen und Forschungsfragestellungen.

Absolventinnen/Absolventen im Bachelorstudiengang Nanotechnologie sind in der Lage:

- spezifische Effekte im Nanobereich zu verstehen und zu erklären.
- Gesetzmäßigkeiten, Eigenschaften und Prozesse als zweckdienlich für die Realisierung nanotechnologischer Funktionen zu erkennen und nutzbar zu machen.
- einfache nanotechnologische Probleme in verschiedenen disziplinären Hinsichten zu analysieren, systematisch und theoriegeleitet zu erschließen und ein disziplinübergreifendes Problemverständnis zu entwickeln.
- (aufbauend auf der Problemanalyse) Strategien zur Bearbeitung nanotechnologischer Problemstellungen einzusetzen und situativ anzupassen.

- allgemeines fachlich-methodisches und fachlich-operatives Handwerkszeug adäquat einzusetzen:  
Verfahren zur systematischen Bearbeitung von Problemstellungen; Strategien zum zielorientierten Bearbeiten von Aufgabenstellungen und zur Gestaltung von Prozessen; Kenntnis grundlegender Mess-, Test- und Prüftechniken.

### **Hinweise zu den Kursbeschreibungen: Prüfungsart und Prüfungsdauer**

In einigen Fällen findet sich als Angabe zur Art der Prüfung der Vermerk „schriftlich oder mündlich“. Hier wird die Prüfungsform zum Semesterbeginn bekannt gegeben. Die Klausurdauer beträgt in der Regel 15-25 Minuten pro Leistungspunkt des Wertes der Prüfung. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt je Prüfling in der Regel 5-10 Minuten je Leistungspunkt des Prüfungsfaches.

### **Abkürzungen:**

LP: Leistungspunkte  
P: Praktikum  
S: Seminar  
SS: Sommersemester  
SWS: Semesterwochenstunden  
Ü/U: Übung  
V: Vorlesung  
WS: Wintersemester

# Bachelor Nanotechnologie

## Grundlagenstudium

### Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie

<b>Einführung in die Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> Nanotechnologie B.Sc.		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Grundlagenstudium – Kompetenzfeld „Einführung in die Nanotechnologie“	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Gesamtstunden: 120 h		Davon Präsenzzeit: 36 h
Davon Selbststudium: 84 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Der Kurs soll einen ersten Überblick über die vielfältigen Forschungen und Anwendungen von aktueller Nanotechnologie geben. Er ist gedacht als eine Reihe von anschaulichen Übersichtsvorlesungen, die die Lust auf mehr wecken.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Fachliche Inhalte des Moduls sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bottom-up, top-down und Quanteneffekte in kleinsten Dimensionen</li> <li>• Chemie der Nanomaterialien</li> <li>• Synthese, Charakterisierung und Verarbeitung von Nanoteilchen</li> <li>• Chemische und physikalische Methoden der Nanostrukturierung von Materie</li> <li>• Funktionsprinzipien von Nanomaterialien</li> <li>• Organisation von Nanoteilchen</li> <li>• elektronische Bauelemente im Nanobereich</li> <li>• Technologien zur Herstellung ultradünner Schichten und Analysemethoden</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• (Hörsaal-)Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiley-VCH, Weinheim; Bundesministerium für Bildung und Forschung: Nanotechnologie - Innovationen für die Welt von morgen.</li> <li>• Jeremy J. Ramsden: Nanotechnology: An Introduction, Elsevier 2011</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Die Vorlesung wird von einem Professorenkollektiv gehalten.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fakultät für Maschinenbau (<a href="https://www.maschinenbau.uni-hannover.de/">https://www.maschinenbau.uni-hannover.de/</a>)</li> <li>• Fakultät für Mathematik und Physik (<a href="https://www.maphy.uni-hannover.de/">https://www.maphy.uni-hannover.de/</a>)</li> <li>• Naturwissenschaftliche Fakultät (<a href="https://www.naturwissenschaften.uni-hannover.de/">https://www.naturwissenschaften.uni-hannover.de/</a>)</li> </ul>	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Caro, Dr.-Ing. Jan Krügener, Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz, Prof. Dr. Rolf J. Haug	



<b>Seminar Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- und Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 5. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 24 h	Davon Selbststudium: 66 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen sich durch Studium geeigneter wissenschaftlicher Veröffentlichungen (Publikationen) vertiefte Kenntnisse in einem spezifischen Bereich der Nanotechnologie aneignen. Dazu wird eine Auswahl von Themen angeboten, aus denen frei gewählt werden kann. Im Rahmen eines ca. 25minütigen Vortrages sollen die Studierenden dieses Thema in angemessener wissenschaftlicher Form präsentieren, wobei der Fokus sowohl auf die wissenschaftlichen Inhalte als auch auf die Präsentationstechnik des Vortrags gelegt wird.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Themen der Nanotechnologie aus den folgenden Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik</li> <li>• Maschinenbau</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Chemie</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Präsentation</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Publikationen werden zur Verfügung gestellt</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> maximal 14 Teilnehmer (Stud.IP-Anmeldung). Im Wintersemester sind zwei Gruppen möglich.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik ( <a href="https://www.maphy.uni-hannover.de/">https://www.maphy.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Fritz Schulze-Wischeler (Prof. Dr. Hans-Jörg Osten, Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz, Prof. Dr. rer. nat. Nadja-C. Bigall)	

## Kompetenzfeld: Chemie

<b>Allgemeine Chemie für Nanotechnologie und Physik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> Vorlesung + Seminar: 5 LP Experimentelles Seminar: 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Vorlesung: Wintersemester Seminar: Wintersemester Praktikum: Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Grundlagenstudium – Kompetenzfeld: Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. und 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 2 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 300 h Vorlesung: 210 h Experimentelles Seminar: 90 h		Davon Präsenzzeit Vorlesung: 90 h Experimentelles Seminar: 60 h  Davon Selbststudium: Vorlesung: 120 h Experimentelles Seminar: 30 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden werden in die Lage versetzt, einfache Konzepte der Chemie zu verstehen und anzuwenden. Die in der Vorlesung behandelten Themen werden in Übungsgruppen anhand von vorgegebenen Übungsaufgaben vertieft. Dies ist die erste der Chemievorlesungen, hier sollen zukünftige Nanotechnologen stoffliches Verständnis und stoffliche Kenntnisse als Basis der Materialwissenschaft erwerben. Diese grundlegenden Kenntnisse bilden die Basis materialwissenschaftlicher Aspekte der Nanotechnologie.	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p><i>Aufbau der Materie und das Periodensystem:</i> Gesetz der Erhaltung der Masse, Periodensystem und chemische Symbole, Atomhypothese, Elektrostatische Wechselwirkung, Coulomb-Kraft und Potential, Masse und Ladung des Elektrons, Atommodelle, Protonen, Neutronen, Massenzahl, Ordnungszahl, Massenspektrometrie, Massendefekt, Isotope, Nuklide, Stabilität und Häufigkeit, Licht, Farbe, Frequenz, Wellenlänge, Hauptquantenzahl, Atomabsorptionsspektroskopie, Prinzip der Spektroskopie, Lambert-Beer Gesetz, Bohrsches Atommodell, Schalenmodell, Welle-Teilchen Dualismus, De-Broglie Beziehung, Wasserstoffatom, Teilchen im Kasten, Wellenfunktion, Quantenzahlen, Nebenquantenzahl, magnetische Quantenzahl, Orbitalbegriff, radiale Aufenthaltswahrscheinlichkeit, Orbitale des H-Atoms, Multielektronensysteme, Spin und Spinquantenzahl, Pauli-Prinzip, Aufbau des Periodensystems, Perioden, Gruppen, Bereiche, Elektronenkonfigurationen, Hund'sche Regeln, Energieunterschied s,p,d,f-Elektronen, effektive Kernladung, Abschirmung, Slater Regeln, Informationen im Periodensystem, Atomradius, Kovalenzradius, Elektronenoktett, kovalente Bindung, Trends im Periodensystem, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Elektronegativitätsmodelle, Metalle, Halogene, Lewis-Schreibweise von Molekülen, Einfachbindung, Mehrfachbindung, Chalkogene, Pniktogene, Kohlenstoffgruppe.</p> <p><i>Energetik und Thermodynamik:</i> SI-Einheiten und Dimensionsanalyse, Wärme, kinetische Gastheorie, Thermodynamik in der Chemie, Wärme und Arbeit, Zustandsfunktionen, Erster Hauptsatz, Kalorimetrie, Enthalpie, Exotherme und endotherme Reaktionen, Standardzustände, Satz von Hess, Entropie und Zweiter Hauptsatz, Freie Enthalpie, exergone und endergone Reaktion, Dritter Hauptsatz, Temperaturskalen, Aggregatzustände, Aggregatübergänge, das ideale Gas, Phasendiagramme, ideale Lösungen, Mischbarkeit, Löslichkeit.</p> <p><i>Reaktionen:</i> Elektronegativitätsunterschied und Bindung, ionische Bindung Stöchiometrie von Gleichungen, isoelektronisch, isoster, isovalenzelektronisch, Redoxreaktionen, Reduktionsmittel, Oxidationsmittel, Oxidationsstufen, Redoxgleichungen, Standardreduktionspotentiale, Elektromotorische Kraft, Nernst-Gleichung, Elektrolyse, Prinzip des kleinsten Zwanges, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsgleichgewichte, KL, pKL, Aktivität, thermodynamische Gleichgewichtskonstante, Lösungsenthalpie, Komplexe: Begriffe, Nomenklatur, Isomerie, Stabilität, Chelatkomplexe, Chelatbildner, Chelateffekt, Bronstedt Säuren, Basen, korrespondierende Base, Beispiele, mehrprotonige Säuren, amphotere Verbindungen, Säurestärke, Säurekonstante, pKs-Wert, pH-Wert, Zusammenhang, Protolysegrad, Autoprotolyse von Wasser, Pufferlösungen, pH-Messung und Indikatoren, Lewis-Säuren und Basen, HSAB Konzeptkovalente Bindung, VSEPR-Theorie, Valence-Bond Theorie, Hybridisierung, <math>\pi</math>-Bindungen, MO-Theorie, LCAO, diatomige Moleküle.</p> <p><i>Kinetik:</i> Zeitskalen, kinetische Messung, Reaktionsgeschwindigkeit, Stoßtheorie, Geschwindigkeitsgesetze und Geschwindigkeitskonstante, Reaktionsmechanismus, Elementarreaktionen, Geschwindigkeitsbestimmender Schritt, Reaktion 1. Ordnung, Reaktion 2. Ordnung, Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten: Arrhenius-Gleichung, Die RGT-Regel, Katalyse.</p>	

<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: Allgemeine Chemie (WS)</li> <li>• Übung Allgemeine Chemie (WS)</li> <li>• Seminar für Nanotechnologie und Physik zur Vorlesung (WS)</li> <li>• Experimentelles Seminar: Anorganisch-chemisches Praktikum für Physik und Nanotechnologie (SS)</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Keine
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WS: Seminarvortrag</li> <li>• SS: Teilnahme am Experimentellem Seminar + Protokoll</li> <li>• SS: schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Binnewies, M. Finze, M. Jäckel, P. Schmidt, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Auflage 2016, Springer Spektrum</li> <li>• C.E. Mortimer, U. Müller, Chemie, 13. Aufl. Thieme, 2019</li> <li>• T. Brown, et al., Chemistry the Central Science, Pearson Education, 2017</li> <li>• K. P. C. Vollhardt, N. E. Shore, Organische Chemie, 3. Auflage, 2000, Wiley-VCH</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Sebastian Polarz, Prof. Dr. Denis Gebauer, Prof. Dr. rer. nat. Jakob Franke, Prof. Dr. Franz Renz

<b>Thermodynamik für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Grundlagenstudium – Kompetenzfeld: Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt 210 h		Davon Präsenzzeit: 84 h Davon Selbststudium: 126 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie (in diesem Studiengang 7 LP) Fächerübergreifender B.Sc./B.A. (modifiziert) B.Sc. Biochemie B.Sc. Technical Education (modifiziert)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Vermittlung grundlegender theoretischer Kenntnisse und deren Anwendungen zu den Themengebieten des Moduls Physikalische Chemie 1 (für Studienanfänger). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Physikalische Chemie 1 wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• die theoretisch erworbenen Kenntnisse auf Übungsaufgaben anzuwenden und Lösungen zu erarbeiten.</li> <li>• grundlegende chemische Fragestellungen hinsichtlich fundamentaler physikalisch-chemischer Prinzipien der Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie zu analysieren, zu beschreiben und zu lösen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Die Eigenschaften der Gase; Der Erste Hauptsatz der Thermodynamik; Thermochemie; Bildungsenthalpien; Zustandsfunktionen und totale Differentiale; Der zweite Hauptsatz; Der Dritte Hauptsatz der Thermodynamik; Freie Energie und Freie Enthalpie; Das chemische Potential; Physikalische Umwandlung reiner Stoffe; Die thermodynamische Beschreibung von Mischungen; Kolligative Eigenschaften; Aktivitäten; Phasendiagramme; Das chemische Gleichgewicht; Die Verschiebung des Gleichgewichtes bei Änderung der Reaktionsbedingung; Gleichgewichtselektrochemie; Formalkinetik.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung „Chemische Thermodynamik“</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Lehrinhalte der Module Mathematik und Experimentalphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter W. Atkins, Julio de Paula, Physikalische Chemie, 5.Aufl., Wiley-VCH, 2020; G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, mit Arbeitsbuch, 6. Aufl., Wiley-VHC 2013</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: : Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie ( <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Marie Weinhart, Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Caro	

## Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik

<b>Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 56 h	Davon Selbststudium: 124 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen Probleme zu den unten genannten Gebieten verstehen, qualitativ und quantitativ analysieren und mit angepassten Methoden lösen können.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Grundbegriffe</li> <li>• Gleichstromnetzwerke</li> <li>• Wechselstromnetzwerke</li> <li>• Zeigerbilder</li> <li>• Ortskurven</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Haase, H. Garbe, H. Gerth: Grundlagen der Elektrotechnik (Lehrbuch), SchöneworthVerlag, Hannover 2005; H.</li> <li>• Haase, H. Garbe: Grundlagen der Elektrotechnik - Übungsaufgaben mit Lösungen, SchöneworthVerlag, Hannover 2002; H. Haase, H. Garbe: Formelsammlung Grundlagen der Elektrotechnik, Institutsdruckschrift 2002</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann, Prof. Dr.-Ing. Heyno Garbe	

<b>Grundlagen der Elektrotechnik: Elektrische und magnetische Felder</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> Elektrotechnik B.Sc.		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 156 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen Probleme zu den unten genannten Gebieten verstehen, qualitativ und quantitativ analysieren und mit angepassten Methoden lösen können.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Begriffe der Feldtheorie</li> <li>• Elektrisches Feld</li> <li>• Strömungsfeld</li> <li>• Magnetisches Feld</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Haase, H. Garbe, H. Gerth: Grundlagen der Elektrotechnik (Lehrbuch), SchöneworthVerlag, Hannover 2005; H.</li> <li>• Haase, H. Garbe: Grundlagen der Elektrotechnik - Übungsaufgaben mit Lösungen, SchöneworthVerlag, Hannover 2002; H. Haase, H. Garbe: Formelsammlung Grundlagen der Elektrotechnik, Institutsdruckschrift 2002</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann, Prof. Dr.-Ing. Heyno Garbe	

<b>Elektr. Grundlagenlabor Teil 1 &amp; 2</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 2+2 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Teil 1 im Sommer- und Teil 2 im Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester und 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 2 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik (mehr Versuche)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In der Laborübung sollen die Studierenden theoretische und abstrakte elektrotechnische Arbeitsweisen praktisch umsetzen können und den grundlegenden Umgang mit einfachen elektrotechnischen Geräten erlernen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Versuche zu Gleichstrom und Gleichfeldern, Wechselstrom, Messtechnik und einfachen Bauelementen der Elektrotechnik	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Labor</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilnahme, Protokoll und Testatgespräch</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>H. Haase, H. Garbe, H. Gerth: Grundlagen der Elektrotechnik (Lehrbuch), SchöneworthVerlag, Hannover 2005; H.</li> <li>Haase, H. Garbe: Grundlagen der Elektrotechnik - Übungsaufgaben mit Lösungen, SchöneworthVerlag, Hannover</li> <li>2002; H. Haase, H. Garbe: Formelsammlung Grundlagen der Elektrotechnik, Institutsdruckschrift 2002</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Messtechnik Elektrische Energiesysteme FG Hochspannungstechnik und Asset Management ( <a href="https://www.si.uni-hannover.de/">https://www.si.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Peter Werle, M. Sc. Moritz Kuhnke	

## Kompetenzfeld: Maschinenbau

<b>Mikro- und Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 33 h	Davon Selbststudium: 117 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung von Kenntnissen über Prozesse und Anlagen, die der Herstellung von Mikro- und Nanobauteilen dienen. Bei der Mikrotechnologie liegt der Schwerpunkt auf Verfahren der Dünnschichttechnik. Die Herstellung der Bauteile erfolgt durch Einsatz von Beschichtungs-, Ätz- und Dotiertechniken in Verbindung mit Fotolithografie. Beim Übergang zur Nanotechnologie werden letztere durch Verfahren der Selbstorganisation ergänzt. Hier kommen spezielle Verfahren zum Einsatz, die unter der Bezeichnung Bottom-up- und Top-down-Prozesse zusammengefasst werden. Studierende können zwischen den einzelnen Prozessen unterscheiden und verstehen den grundlegenden Aufbau von Mikro- und Nanosystemen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Vakuumtechnik</li> <li>• Beschichtungstechnik: Physikalische (Physical Vapor Deposition - PVD) und chemische (Chemical Vapor Deposition - CVD) Abscheidung von Filmen aus der Dampfphase, galvanische Verfahren</li> <li>• Dotierung und Oberflächenumwandlung</li> <li>• Ätztechnik: Nasschemisches Ätzen, physikalisches, physikalisch-chemisches und chemisches Trockenätzen</li> <li>• Fotolithografische Verfahren zur Strukturdefinition</li> <li>• Nanotechnologie: Bottom-up- und Top-down-Prozesse</li> <li>• Fertigung im Reinraum</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (4 LP)</li> <li>• Online-Test (1 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wautelet: Nanotechnologie, Oldenbourg, 2008; M.J. Madou: Fundamentals of Microfabrication. 2. Ausgabe, Boca Raton [u.a.]: CRC Press, 2002</li> <li>• S. Büttgenbach: Mikromechanik: Einführung in Technologie und Anwendungen. 2. Auflage, Teubner, 1994</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik ( <a href="https://www.impt.uni-hannover.de/">https://www.impt.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	



<b>Technische Mechanik I für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt die grundlegenden Methoden und Zusammenhänge der Statik zur Beschreibung und Analyse starrer Körper. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: selbstständig Problemstellungen der Statik zu analysieren und zu lösen, das Schnittprinzip und das darauf aufbauende Freikörperbild zu erläutern, statische Gleichgewichtsbedingungen starrer Körper zu ermitteln, Lagerreaktionen (inkl. Reibungswirkungen) analytisch zu berechnen, statisch bestimmte Fachwerke zu analysieren und Beanspruchungsgrößen (Schnittgrößen) am Balken zu ermitteln.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statik starrer Körper, Kräfte und Momente, Äquivalenz von Kräftegruppen</li> <li>• Newton'sche Gesetze</li> <li>• Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>• Schwerpunkt starrer Körper</li> <li>• Haftung und Reibung</li> <li>• ebene und räumliche Fachwerke</li> <li>• ebene und räumliche Balken und Rahmen, Schnittgrößen</li> <li>• mechanische Spannung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Gruppenübung</li> <li>• Hörsaalübung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsblätter, Aufgabensammlung, Formelsammlung</li> <li>• Groß et al.: Technische Mechanik 1: Statik, Springer-Verlag, 2016</li> <li>• Hagedorn, Wallaschek: Technische Mechanik 1: Statik, Europa Lehrmittel, 2014</li> <li>• Hibbeler: Technische Mechanik 1: Statik, Verlag Pearson Studium, 2012.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Kontinuumsmechanik ( <a href="https://www.ikm.uni-hannover.de/">https://www.ikm.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Philipp Junker	

<b>Technische Mechanik II für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt die grundlegenden Methoden und Zusammenhänge der Festigkeitslehre zur Beschreibung und Analyse deformierbarer Festkörper. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: selbstständig Problemstellungen der Festigkeitslehre zu analysieren und zu lösen, die Belastung und Verformung mechanischer Bauteile infolge verschiedener Beanspruchungsarten zu ermitteln, statisch unbestimmte Probleme zu lösen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elementare Beanspruchungsarten, Spannungen und Dehnungen</li> <li>• Spannungen in Seil und Stab, Längs- und Querdehnung, Wärmedehnung</li> <li>• statisch bestimmte und unbestimmte Stabsysteme</li> <li>• ebener und räumlicher Spannungs- und Verzerrungszustand, Mohr'scher Spannungskreis, Hauptspannungen</li> <li>• gerade und schiefe Biegung, Flächenträgheitsmomente</li> <li>• Torsion, Kreis- und Kreisringquerschnitte, dünnwandige Querschnitte</li> <li>• Energiemethoden in der Festigkeitslehre, Arbeitssatz</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Hörsaalübung</li> <li>• Gruppenübung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Technische Mechanik I	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsblätter, Aufgabensammlung, Formelsammlung</li> <li>• Groß et al.: Technische Mechanik 2 - Elastostatik, Springer-Verlag 2017</li> <li>• Hagedorn, Wallaschek: Technische Mechanik 2 - Festigkeitslehre, Europa Lehrmittel, 2015</li> <li>• Hibbeler: Technische Mechanik 2 - Festigkeitslehre, Verlag Pearson Studium, 2013</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Kontinuumsmechanik ( <a href="https://www.ikm.uni-hannover.de/">https://www.ikm.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Philipp Junker	

Kompetenzfeld: Mathematik

<b>Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Mathematik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 112 h	Davon Selbststudium: 128 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In diesem Kurs werden die Grundbegriffe der linearen Algebra mit Anwendungen auf die Lösung von linearen Gleichungssystemen und Eigenwertproblemen vermittelt. Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der exakten Einführung des Grenzwertbegriffes in seinen unterschiedlichen Ausführungen und darauf aufbauender Gebiete wie der Differential- und Integralrechnung. Mathematische Schlussweisen und darauf aufbauende Methoden stehen im Vordergrund der Stoffvermittlung.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reelle und komplexe Zahlen</li> <li>• Vektorräume</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Folgen</li> <li>• Stetigkeit</li> <li>• Elementare Funktionen</li> <li>• Differentiation in einer Veränderlichen</li> <li>• Integralrechnung in einer Veränderlichen</li> <li>• Kurven</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung oder Veranstaltungsbegleitende Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meyberg, Kurt: Höhere Mathematik 1: Differential- und Integralrechnung, Vektor- und Matrizenrechnung, Springer, 6. Auflage 2003.</li> <li>• Papula, Lothar: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium. 3 Bände.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Anstelle der geforderten Klausur am Ende des Semesters können vorlesungsbegleitende Prüfungen in Form schriftlicher Kurzklausuren abgelegt werden.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Angewandte Mathematik ( <a href="https://www.ifam.uni-hannover.de/">https://www.ifam.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dozenten der Mathematik, Dr. Andreas Krug, Dr. Fabian Reede	

<b>Mathematik für die Ingenieurwissenschaften II</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Mathematik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 112 h	Davon Selbststudium: 128 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In diesem Kurs werden die Methoden der Differential- und Integralrechnung weiter ausgebaut und auf kompliziertere Gebiete angewandt. Dazu gehören Potenzreihen, Reihenentwicklungen, z.B. Taylorreihen, Fourierentwicklungen sowie die Differentialrechnung angewandt auf skalarwertige und auf vektorwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher. Die Integralrechnung wird auf Mehrfachintegrale und Linienintegrale erweitert. In technischen Anwendungen spielen Differentialgleichungen eine große Rolle. Im Mittelpunkt stehen hier Differentialgleichungen 1.Ordnung und lineare Differentialgleichungssysteme mit konstanten Koeffizienten.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzreihen und Taylorformel, Fourierentwicklungen</li> <li>• Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher (reellwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher, partielle Ableitungen, Richtungsableitung, Differenzierbarkeit, vektorwertige Funktionen, Taylorformel, lokale Extrema, Implizite Funktionen, Extrema unter Nebenbedingungen)</li> <li>• Integralrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher (Kurven im <math>\mathbb{R}^3</math>, Kurvenintegrale, Mehrfachintegrale, Satz von Green, Transformationsregel, Flächen und Oberflächenintegrale im Raum, Sätze von Gauß und Stokes)</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen (Differentialgleichungen erster Ordnung, lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung, Systeme von Differentialgleichungen erster Ordnung)</li> <li>• Zahlenreihen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung oder Veranstaltungsbegleitende Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurt Meyberg, Peter Vachener: Höhere Mathematik 2. Differentialgleichungen, Funktionentheorie. Fourier-Analyse, Variationsrechnung. Springer, 2. Auflage 1997.</li> <li>• Papula, Lothar: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Ein Lehr- und Arbeitsbuch</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Anstelle der geforderten Klausur am Ende des Semesters können vorlesungsbegleitende Prüfungen in Form schriftlicher Kurzklausuren abgelegt werden.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Angewandte Mathematik ( <a href="https://www.ifam.uni-hannover.de/">https://www.ifam.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dozenten der Mathematik, Dr. Andreas Krug, Dr. Fabian Reede	

<b>Mathematik für die Ingenieurwissenschaften III -Numerik</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Mathematik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 180 h   Davon Präsenzzeit: 70 h   Davon Selbststudium: 110 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Diverse andere Studiengänge		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Es werden verschiedenste Werkzeuge der Ingenieurmathematik erlernt, die für das Grundlagenstudium relevant sind. Diese finden auch in anderen Modulen Anwendung und sind Grundlage für die zu erwerbenden Kenntnisse und Fertigkeiten im Masterstudium. Nach Absolvieren sind die Studierenden befähigt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen in mathematische Strukturen zu übersetzen.</li> <li>• mathematische Verfahren zum Zwecke der Problemlösung anzuwenden.</li> <li>• Verfahren flexibel und begründet einsetzen zu können.</li> <li>• sich selbstständig neue mathematische Sachverhalte zu erarbeiten.</li> <li>• Ergebnisse mathematischer Modellierung zu interpretieren und zu prüfen.</li> <li>• die Leistungsfähigkeit und Grenzen mathematischer Verfahren einzuschätzen.</li> <li>• kreativ und konstruktiv mit mathematischen Methoden umzugehen.</li> <li>• fachbezogenen Recherchen durchzuführen.</li> <li>• Mathematik als abstrakte und streng formalisierte Sprachform begreifen.</li> <li>• die Ideen mathematischer Sachverhalte zu verstehen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• direkte und iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Interpolation und Ausgleichsrechnung</li> <li>• Numerische Quadratur</li> <li>• nichtlineare Gleichungen und Systeme</li> <li>• Laplace-Transformation</li> <li>• Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen</li> <li>• Numerik für Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Matrixeigenwertprobleme (optional)</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I und II	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matthias Bollhöfer, Volker Mehrmann. Numerische Mathematik. Vieweg, 2004.</li> <li>• Norbert Herrmann. Höhere Mathematik für Ingenieure, Physiker und Mathematiker (2. überarb. Auflage). Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2007.</li> <li>• Kurt Meyberg, Peter Vachener. Höhere Mathematik 2 (4., korr. Aufl. 2001). Springer.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Es wird empfohlen, zusätzlich in StudIP eine Gruppe in "Mathematik für die Ingenieurwissenschaften III - Numerik - Fragestunden" zu belegen.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Angewandte Mathematik ( <a href="https://www.ifam.uni-hannover.de/">https://www.ifam.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Florian Leydecker, Dr. Frank Samir Attia	

Kompetenzfeld: Physik

<b>Mechanik und Wärme für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 1. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 90 h	Davon Selbststudium: 90 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene der Mechanik und Wärme gewonnen. Sie kennen die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden sind mit der Bearbeitung von Beispielaufgaben der Mechanik und Wärme vertraut und können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik eines Massepunktes, Systeme von Massepunkten und Stöße</li> <li>• Dynamik starrer ausgedehnter Körper</li> <li>• Reale und flüssige Körper, Strömende Flüssigkeiten und Gase</li> <li>• Temperatur, Ideales Gas, Wärmetransport</li> <li>• Mechanische Schwingungen und Wellen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demtröder, Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, Springer Verlag</li> <li>• Gerthsen, Physik, Springer Verlag</li> <li>• Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• Feynman, Lectures on Physics, Band 1; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Michael Oestreich	

<b>Elektrizität und Relativität für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 2. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 150 h	Davon Selbststudium: 90 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden verfügen über fundiertes Faktenwissen auf dem Gebiet der Elektrizitäts- und Relativitätslehre. Sie sind in der Lage die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten herzuleiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen. Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut. Sie kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit computergestützter Datenerfassung vertraut. Sie sind in der Lage Messergebnisse in tabellarischer und graphischer Form übersichtlich darzustellen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik, elektrischer Strom, Statische Magnetfelder, Zeitlich veränderliche Felder</li> <li>• Maxwellsche Gleichungen, Elektromagnetische Wellen</li> <li>• mehrdimensionale Bewegung: Impuls, Drehimpuls, Potential</li> <li>• Zentralkraft: Kepler-Problem, effektives Potential, Streuquerschnitt</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesungen Mechanik und Wärme und Mathematische Methoden der Physik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demtröder, Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, Springer Verlag</li> <li>• Gerthsen, Physik, Springer Verlag</li> <li>• Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• Feynman, Lectures on Physics, Band 1; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Karsten Danzmann	

<b>Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 300 h	Davon Präsenzzeit: 120 h	Davon Selbststudium: 180 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden kennen die fundamentalen experimentellen Befunde und verstehen die zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Optik und Atomphysik. Die Studierenden sind in der Lage diese Gesetzmäßigkeiten eigenständig auf physikalische Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit der Anpassung von Funktionen an Messdaten vertraut. Sie können angemessene Fehlerabschätzungen ausführen und beherrschen die Fehlerfortpflanzung.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrische Optik</li> <li>• Welleneigenschaften des Lichts: Interferenz, Beugung, Polarisation, Doppelbrechung</li> <li>• Optik, optische Instrumente</li> <li>• Materiewellen, Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>• Aufbau von Atomen</li> <li>• Energiezustände, Drehimpuls, magnetisches Moment</li> <li>• Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip Spektroskopie, spontane und stimulierte Emission</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Wärme und Elektrizität und Relativität	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demtröder Experimentalphysik 2 und 3, Springer Verlag</li> <li>• Berkeley Physikkurs</li> <li>• Bergmann/Schäfer</li> <li>• Haken, Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Uwe Morgner	



<b>Grundpraktikum Physik für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut. Sie kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit computergestützter Datenerfassung vertraut. Sie sind in der Lage Messergebnisse in tabellarischer und graphischer Form übersichtlich darzustellen. Studierende sind mit der Anpassung von Funktionen an Messdaten vertraut. Sie können angemessene Fehlerabschätzungen ausführen und beherrschen die Fehlerfortpflanzung.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Praktikumsexperimente bilden eine Auswahl aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik: Schwingungen, Gekoppelte Pendel, Kreisel, Ultraschall, Akustik, Maxwellrad, Viskosität</li> <li>• Thermodynamik: Temperatur, Spezifische Wärme, Wasserdampf</li> <li>• Optik und Atomphysik: Linsen, Interferometer, Beugung, Mikroskop, Prisma, Gitter, Photoeffekt, Spektralapparat, Polarisation</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Versuche</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: Physik I – Mechanik und Wärme, Physik II – Elektrizität und Relativität, Physik III – Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Protokoll</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> <a href="https://www.praktikumphysik.uni-hannover.de/de/physikpraktikum/">https://www.praktikumphysik.uni-hannover.de/de/physikpraktikum/</a>	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Kim-Alessandro Weber	

## Vertiefungsstudium

### Kompetenzfeld: Chemie

<b>Instrumentelle Methoden 1</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 5. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 56 h Davon Selbststudium: 124 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie B.Sc. Biochemie (nur MSK)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung grundlegender theoretischer Kenntnisse und deren Anwendung zu den Themengebieten des Moduls Instrumentelle Methoden I (für Studienanfänger).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Instrumentelle Methoden 1 wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• Standardmethoden der Röntgeneinkristall- und Röntgenpulverbeugung sowie Elektronenmikroskopie und deren Anwendungsmöglichkeiten zu nennen und zu erläutern.</li> <li>• erworbenes Fachwissen in den nachfolgenden Praktika anzuwenden.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <i>Vorlesung Instrumentelle Methoden I:</i> Erzeugung von Röntgenstrahlen; Spektroskopische Eigenschaften von Röntgenstrahlen; Wechselwirkung von Röntgenstrahlen mit Materie; Detektion von Röntgenstrahlen; Röntgenfluoreszenzanalyse Röntgenbeugung; Beugung von Röntgenstrahlen am eindimensionalen Gitter; Beugung am dreidimensionalen Gitter und Laue Gleichungen; Beugung an Netzebenen und Bragg'sche Gleichung; Beugung höherer Ordnung; Gitter und reziprokes Gitter; Ewald-Konstruktion; Quadratische Formen der Bragg'schen Gleichung; Atomformfaktoren; Strukturfaktor und Aufbau der Elementarzelle; Intensitäten von Röntgenreflexen; Einkristallmethoden; Auswahl von Kristallen unter der Polarisationsmikroskop; Gang einer Röntgen-Einkristallstrukturanalyse; Röntgenbeugung am Pulver; Allgemeine Charakteristika von Röntgen-Pulverdiffraktogrammen; Qualitative Phasenanalyse; Kristallographische Datenbanken; Indizierung von Röntgen-Pulverdiffraktogrammen; und Gitterkonstantenbestimmung; Spezielle Aspekte der Röntgen-Pulverdiffraktometrie; Einfluß von Kristallitgröße und Scherrer-Gleichung  Elektronenmikroskopie: Rasterelektronenmikroskop, Strahlengang, Elektronenquellen, Elektronenlinsen, Sekundärelektronen, Rückstreuielektronen; Transmissionselektronenmikroskopie, Abbildung und Beugung, Hellfeld- und Dunkelfeld-Aufnahmen, Selected Area Electron Diffraction; Feldionenmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Atomkraftmikroskopie  <i>Vorlesung Molekülsymmetrie/Kristallographie I:</i> Grundlagen der Gruppentheorie Molekülsymmetrie und Punktsymmetrielemente; Punktgruppen; Konstitution, Konfiguration und Konformation von Molekülen; Chiralität, Prochiralität und Pseudochiralität; Konformationsanalyse Kristallographie: Der kristalline Zustand, Kristallstruktur, Gitterbegriff und translationsgekoppelte Symmetrieelemente, Bravais-Gitter, Kristallklassen, Raumgruppen, kristallographische Beschreibung von Kristallstrukturen, Grundbegriffe der Kristallmorphologie	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Instrumentelle Methoden I</li> <li>• Vorlesung Molekülsymmetrie/Kristallographie</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Mathematik und Physik	

---

5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li><li>•</li></ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• keine</li></ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Borchardt-Ott: Kristallographie</li><li>• Spieß, Schwarzer, Behnken, Teichert: Moderne Röntgenbeugung</li><li>• Massa: Kristallstrukturbestimmung</li><li>• Skripte zu den Vorlesungen</li></ul> Aktuelle Literatur wird in den Vorlesungen bekannt gegeben
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Denis Gebauer, Dr. Linn Karen Müggenburg, apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Armin Feldhoff, apl. Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow, Dr. Andreas Schaate, Dr. Andreas Michael Schneider

<b>Anorganische Chemie 1</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt 150 h		Davon Präsenzzeit: 70 h
		Davon Selbststudium: 80 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
B.Sc. Chemie B.Sc. Biochemie Fächerübergreifender B.Sc. B.Sc. Geowissenschaften als Nebenfach		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>	
	Vermittlung grundlegender anorganisch chemischer Kenntnisse und deren Anwendung (für Studienanfänger).	
	Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Chemie 1 wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• die theoretisch erworbenen Kenntnisse auf Übungsaufgaben anzuwenden und Lösungen zu erarbeiten.</li> <li>• erworbene Kenntnisse Demonstrationsversuchen zuzuordnen und zu erläutern.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>	
	Vorkommen, Darstellung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung der Elemente sowie die Herstellung, Eigenschaften und Verwendung ihrer wichtigsten Verbindungen; industriell wichtige Stoffe finden besondere Berücksichtigung. Wichtige spezielle Themen (Strukturen von Metallen, Molekülorbital-Beschreibung zweiatomiger Moleküle, Einflüsse anorganischer Stoffe auf die Umwelt,) werden ebenfalls behandelt.	
	Die Vorlesung folgt in ihrer Gliederung dem Aufbau des Periodensystems und behandelt nacheinander die Chemie des Wasserstoffs, der Elemente des s-Blocks (Alkalimetalle, Erdalkalimetalle) und des pBlocks (Triele, Tetrele, Pentele, Chalkogene, Halogene, Edelgase) sowie ausgewählte Elemente der Nebengruppen (I. und II. Nebengruppe, III. Nebengruppe gemeinsam mit Lanthanoiden und Actinoiden, IV. bis VIII. Nebengruppe).	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung: „Chemie der Elemente“</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b>	
	Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Allgemeiner Chemie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Binnewies, M. Finze, M. Jäckel, P. Schmidt, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Aufl., 2016, Spektrum Verlag</li> <li>• C.E. Mortimer, U. Müller, Basiswissen der Chemie, 12. Aufl. 2015, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart</li> <li>• E. Riedel, Ch. Janiak, Anorganische Chemie, 9. Aufl. 2015, de Gruyter, Berlin</li> <li>• A.F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, Anorganische Chemie Bde. 1 und 2, 103. Aufl. 2017, de Gruyter, Berlin</li> <li>• J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5.Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b>	
	Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b>	
	Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie ( <a href="https://www.pci.uni-hannover.de/">https://www.pci.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
	Prof. Dr. Franz Renz, Dr. Andreas Michael Schneider	

<b>Anorganische Chemie 2 für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 5. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 52 h	Davon Selbststudium: 98 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie (14 LP durch zusätzliches Seminar und Praktikum)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung erweiterter Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Anorganische Chemie 2 in Theorie (für Studienanfänger aufbauend auf Anorganische Chemie 1).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Chemie 2 wiederzugeben und zu erläutern.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <i>Vorlesung Anorganische Chemie II</i> Grundlegende Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Festkörperchemie: Strukturchemie der Metalle, Strukturchemie kovalent gebundener Festkörper, Strukturchemie ionisch gebundener Verbindungen, Strukturchemie intermetallischer Phasen. Strukturchemie der Silicate Grundlegende Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Koordinationschemie: Prinzip, Aufbau und Nomenklatur der Komplexe, Theorie der Komplexe (VB, KF, LF, MO), Struktur der Komplexe, Pearson's HSAB Konzept, Stabilisierungsenergie (KFSE, LFSE), Spektrochemische Reihe, Beispiele spezieller Donor/Akzeptor-Liganden; Carbonyle, Cyanide, Magnetochemie der Komplexe (Highspin, Low-spin, Spin Übergang), Einfache Mechanismen von Komplexreaktionen.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Anorganischer Chemie, Lehrinhalte der V Molekülsymmetrie & Kristallographie und Instrumentelle Methoden I	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>U. Müller, Anorganische Strukturchemie, 7. Aufl. Teubner 2016, Studienbücher Chemie, Stuttgart</li> <li>M. Binnewies, M. Finze, M. Jäckel, P. Schmidt, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Aufl., 2016, Spektrum Verlag</li> <li>E. Riedel, Ch. Janiak, Anorganische Chemie, 9. Aufl. 2015, de Gruyter, Berlin</li> <li>A.F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, Anorganische Chemie Bde. 1 und 2, 103. Aufl. 2017, de Gruyter, Berlin</li> <li>C.E. Housecroft, Alan G. Sharpe, Anorganische Chemie, 2. Aufl., Pearson, München 2006</li> <li>J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Franz Renz, Dr. Andreas Michael Schneider	

<b>Technische Chemie 1</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 34 h
Davon Selbststudium: 86 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
B.Sc. Chemie B.Sc. Life Science (modifiziert)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegendes Fachwissen der Technischen Chemie zu verstehen und einzusetzen, um einen (bio)technischen Reaktor für eine bestimmte Reaktion auszulegen.</li> <li>• anhand des Vorlesungsstoffes eigenständig Übungsaufgaben zu bearbeiten und das bestehende Fachwissen zu erweitern.</li> <li>• die Inhalte der Vorlesung mündlich und schriftlich zu beschreiben und zu erklären und auf Versuche im Praktikum zu übertragen.</li> <li>•</li> </ul> Folgende Schlüsselkompetenzen werden erworben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• breites Grundlagenwissen</li> <li>• Kommunikationsfähigkeit</li> <li>• Organisationsfähigkeit</li> <li>• wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenstellung der für die Technische Chemie wichtigen Grundlagen der chemischen Thermodynamik</li> <li>• Beschreibung von Nichtgleichgewichtssystemen anhand von Bilanz- und Materialgleichungen</li> <li>• Chemische Kinetik heterogen katalysierter Prozesse</li> <li>• Reaktorgrundtypen (Batch, CSTR, PFR)</li> <li>• Verweilzeitverhalten</li> <li>• Weiterführende Reaktormodelle (Kaskade)</li> <li>• Umsatzverhalten</li> <li>• Reale Reaktoren</li> <li>• Bioreaktoren</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fitzer, Fritz, Emig: „Technische Chemie“, Springer Lehrbuch</li> <li>• H. Land, D. Clark: “Biochemical Engineering”, Macel Dekker, Inc. ISBN 0-8247-0099-6</li> <li>• H.-J. Rehm: „Industrielle Mikrobiologie“, Springer-Verlag, ISBN 3-540-09642-2</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Technische Chemie ( <a href="https://www.tci.uni-hannover.de/">https://www.tci.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Selin Kara	

## Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik

<b>Regelungstechnik I (ET)</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 5. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 42 h
Davon Selbststudium: 78 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden kennen die Grundlagen der zeitkontinuierlichen Regelungstechnik, beginnend mit der Modellierung und Linearisierung von Systemen über die Stabilitätsprüfung bis hin zur Regelkreisanalyse im Bodediagramm, in Ortskurven sowie der Wurzelortskurve.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung von zeitkontinuierlichen Regelungssystemen im Zeit- und Bildbereich</li> <li>• Behandlung von Ein-/Ausgangs- und Zustandsraummodellen</li> <li>• Dynamisches Verhalten von Regelkreisgliedern</li> <li>• Entwurf von Zustandsreglern</li> <li>• Hurwitz-Kriterium</li> <li>• Vermaschte Regelkreise</li> <li>• Darstellung von Frequenzgängen in der Gaußschen Zahlenebene und im Bodediagramm</li> <li>• Nyquist-Kriterium</li> <li>• Phasen- und Amplitudenreserve, Kompensationsglieder</li> <li>• Wurzelortskurvenverfahren</li> <li>• Erweiterte PID-Regelung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Åström, K.J. und T. Hägglund: PID Controllers, Theory, Design, and Tuning. 2. Auflage, 1995.</li> <li>• Dorf, Richard C. und Robert H. Bishop: Moderne Regelungssysteme. Pearson-Studium, 2005.</li> <li>• Horn, M. und N. Dourdoumas: Regelungstechnik. Pearson-Studium, München, 2004.</li> <li>• Lunze, Jan: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. Springer, Berlin Heidelberg, 7. Auflage, 2008</li> <li>• Unbehauen, H.: Regelungstechnik I. Vieweg+Teubner Verlag, 2007.</li> <li>• Föllinger, O.: Regelungstechnik, 8. Auflage, Hüthig Verlag, Heidelberg 1994</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Regelungstechnik, FG Regelungstechnik ( <a href="https://www.irt.uni-hannover.de">https://www.irt.uni-hannover.de</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Matthias Müller	

<b>Informationstechnisches Praktikum</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- und Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 45 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Ziel des IT Praktikums ist einerseits die Schulung des algorithmischen, lösungs-orientierten Denkens und andererseits die praktische Umsetzung von Algorithmen in der Programmiersprache C. Nach erfolgreicher Teilnahme sollen die Teilnehmer in der Lage sein, zu einfachen algorithmischen Problemen einen Lösungsansatz zu finden und den Algorithmus in C zu realisieren. Die Studierenden kennen nach Abschluss des Kurses den Aufbau von Programmiersprachen und haben Kenntnisse bezüglich des Schreibens von Programmen. Ihnen sind Sprachkonstrukte, Datentypen und Befehle der Programmiersprache C bekannt.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturierte Programmierung</li> <li>• Programm-Ablaufpläne</li> <li>• Aufbau von Programmen und Programmiersprachen</li> <li>• Zeichensatz der Programmiersprache C: Schlüsselwörter, Bezeichner</li> <li>• Operatoren: Arithmetik, Priorität, Assoziativität, Polymorphismus, Ein- und Ausgabe, Formatanweisungen</li> <li>• Kontrollstrukturen: Operation, Auswahl, Schleifen</li> <li>• Variablen: Typen, Deklarationen, Adressierung im Speicher, Typdefinitionen Zeiger, Funktionen, Rekursion</li> <li>• Arrays, Strings, Strukt</li> <li>• Dynamische Speicherverwaltung: Stack, Heap, Verkettete Listen, Dateioperationen, Bibliotheken, Header-Dateien</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: elementare Kenntnisse im Umgang mit einem Rechner	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmier-Prüfung am Rechner</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RRZN-Handbuch "Die Programmiersprache C. Ein Nachschlagewerk"</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät Maschinenbau: Institut für Transport- und Automatisierungstechnik ( <a href="https://www.ita.uni-hannover.de/">https://www.ita.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dipl.-Ing. Björn Niemann, apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Becker, Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer	



<b>Grundlagen der Halbleiterbauelemente</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Einführung in die Halbleiterphysikalischen Grundlagen und der Funktionsprinzipien der wichtigsten in der Elektronik eingesetzten Halbleiterbauelemente auf einfachem Niveau. Im Ergebnis sollen die Studierenden die Basisfähigkeiten erwerben, um weiterführende Fragestellungen der elektronischen Bauelemente bearbeiten zu können, was auch eine wichtige Voraussetzung für die Nanoelektronik darstellt.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der Halbleiterelektronik</li> <li>• Bandstruktur von Halbleitern</li> <li>• Halbleitermaterialien: Herstellung, Dotierung usw. am Beispiel von Silizium</li> <li>• Ladungsträger: Verteilung, Generation/Rekombination, Transport</li> <li>• Halbleiter im Kontakt: pn-Übergang, Dioden, Solarzellen</li> <li>• Grundprinzipien von Transistoren: Bipolar und Feldeffekttransistor</li> <li>• Grundprinzipien von Speicherzellen</li> <li>• Optoelektronische Bauelemente: LED und Laser</li> <li>• Herstellung von Bauelementen: Silizium-Technologie im Überblick</li> <li>• Zukünftige Entwicklungen der Elektronik</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente, Einführendes Lehrbuch für Ingenieure und Physiker, Springer 2005</li> <li>• Vorlesungsskript Hofmann, Halbleiterelektronik; S.M. Sze, Semiconductor Devices: Physics and Technolog</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">(https://www.mbe.uni-hannover.de/)</a>	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Theodor Doll, Dipl.-Ing. Oliver Kerker	

<b>Halbleiterschaltungstechnik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 60 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Vorlesung behandelt die Analyse von linearen Schaltungen unter Verwendung der für die aktiven Halbleiterbauelemente wie Dioden, Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren bekannten Ersatzschaltbilder. Aufbau und Funktionsweise verschiedenster linearer Schaltungen werden exemplarisch dargestellt, wobei vor allem die schaltungstechnischen Konzepte von Verstärkern und Quellen erläutert werden. Die Analyse von Schaltungen beinhaltet dabei sowohl die Untersuchung von Arbeitspunkten und Kleinsignalverhalten, als auch die Untersuchung des Frequenzverhaltens. Ausgehend von den Analysemethoden werden Entwurfskonzepte für lineare elektronische Schaltungen diskutiert.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung linearer elektronischer Schaltungen</li> <li>• Modellierung von Halbleiterbauelementen</li> <li>• Grundsaltungen linearer passiver und aktiver Schaltungen</li> <li>• Frequenzgang von Verstärkern</li> <li>• Grundprinzipien des elektronischen Schaltungsentwurfs</li> <li>• Operationsverstärker</li> <li>• Komparatoren</li> <li>• Leistungsverstärker</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematik für Elektroingenieure, Methoden der Analyse von Netzwerken	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript mit sämtlichen Vorlesungsfolien</li> <li>• Übungsmaterial</li> <li>• Holger Göbel: Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, 2. Auflage. Springer-Verlag 2006</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> <a href="https://www.ims.uni-hannover.de/de/studium/lehrveranstaltungen/fachgebiet-mixed-signal-schaltungen/vorlesung-halbleiterschaltungstechnik/">https://www.ims.uni-hannover.de/de/studium/lehrveranstaltungen/fachgebiet-mixed-signal-schaltungen/vorlesung-halbleiterschaltungstechnik/</a>	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Mikroelektronische Systeme ( <a href="https://www.ims.uni-hannover.de/">https://www.ims.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht	

<b>Sensorik und Nanosensoren</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter-/ Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik M.Sc. Nanotechnologie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen einen Überblick über die verschiedenen Sensorprinzipien und Messmethoden zur Erfassung nicht-elektrischer Größen erhalten. Es werden sowohl die gängigen physikalischen, optischen, chemischen und biochemischen Sensoren und Messmethoden als auch Nanosensoren vorgestellt, die aufgrund ihrer Eigenschaften völlig neue Möglichkeiten in der Sensorik bieten. Die Studierenden sollen die oben genannten Messprinzipien verstehen, qualitativ und quantitativ analysieren und mit angepassten Methoden neue Messaufgaben lösen können.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Theoretische Grundlagen und Anwendungsbeispiele verschiedener Sensorprinzipien (physikalisch, halbleitend, optisch, chemisch und biochemisch) und Messmethoden zur Erfassung nicht-elektrischer Größen: Temperatur, geometrische Größen (Weg, Winkel, Lage, Position, Füllstand), mechanische Größen (Kraft, Druck, Masse, Drehmoment, Dichte, Viskosität, Oberflächenspannung), kinematische Größen (Drehzahl, Beschleunigung, Geschwindigkeit), strömungstechnische Größen (Volumenstrom, Massendurchfluss), Magnetfeld, optische und akustische Größen, chemische und biochemische Größen (Feuchte, pH-Wert, Stoffkonzentration), Nanosensoren.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Keine. Ein gutes Verständnis physikalisch-naturwissenschaftlicher Zusammenhänge ist hilfreich. Das Labor „Sensorik - Messen nicht-elektrischer Größen“ und die Vorlesung „Sensoren in der Medizintechnik“ sind empfehlenswerte Ergänzungen.	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausübung (1LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung (4LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de">https://www.geml.uni-hannover.de</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

## Kompetenzfeld: Maschinenbau

<b>Regelungstechnik I (MB)</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 78 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In dieser Veranstaltung wird eine Einführung in die Grundlagen der Regelungstechnik gegeben und die Techniken wie Wurzelortskurven und Nyquist-Verfahren an typischen Aufgaben demonstriert. Der Kurs beschränkt sich auf lineare, zeitkontinuierliche Systeme bzw. Regelkreise und konzentriert sich auf ihre Beschreibung im Frequenzbereich. Abschließend werden einige Verfahren zur Reglerauslegung diskutiert.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen und Grundlagen der Systemtechnik</li> <li>• Mathematische Beschreibung zeitkontinuierlicher Prozesse bzw. Regelstrecken</li> <li>• Übertragungsverhalten im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Antwort bei Anregung durch Testfunktionen (Impuls- und Sprungantwort, harmonische Anregung)</li> <li>• Beschreibung linearer Regelkreise im Frequenzbereich</li> <li>• Standardregelkreis</li> <li>• Führungs- und Störübertragungsfunktion</li> <li>• Stationäres Verhalten</li> <li>• Stabilität und Stabilitätsreserven</li> <li>• Wurzelortskurven</li> <li>• Nyquist-Verfahren</li> <li>• Aufbau und Entwurf linearer Regler und Regeleinrichtungen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I, II und III für Ingenieure, Signale und Systeme	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holger Lutz, Wolfgang Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik. Verlag Harri Deutsch</li> <li>• Jan Lunze: Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. Springer Vieweg.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Bei Vertiefung in Maschinenbau zum Modulabschluss zusätzlich: Tutorium „Einführung in die Methode der statistischen Versuchsplanung und Parameteranalyse (DoE)“	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mess- und Regelungstechnik ( <a href="https://www.imr.uni-hannover.de/">https://www.imr.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Eduard Reithmeier	

<b>Tutorium: Einführung in die Methode der statistischen Versuchsplanung und Parameteranalyse (DoE)</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 1 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 30 h	Davon Präsenzzeit: 10 h	Davon Selbststudium: 20 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Versuchsreihen mit einer Vielzahl von Parametervariationen führen zu großem personellen, finanziellen und zeitlichen Aufwand. Hingegen kann mit Hilfe der statistischen Versuchsplanung die Anzahl der notwendigen Versuche signifikant reduziert werden. Im Tutorium werden die Grundlagen der DoEMethodik behandelt. Abschließend wird das erlernte Wissen im Rahmen einer selbstdurchgeführten experimentellen Studie angewendet und vertieft.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tutorium</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Lineare Algebra und Analysis	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Übung und Vortrag</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kleppmann, Wilhelm: Taschenbuch Versuchsplanung: Produkte und Prozesse optimieren; München: Hanser 2009.</li> <li>Box, Hunter: Statistics for Experimenters. New York: John Wiley &amp; Sons 1978; Fisher, R.A.: The Design of Experiments. Oliver and Boyd 1935.</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Anmeldung beim Betreuer per E-Mail erforderlich	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik ( <a href="https://www.tfd.uni-hannover.de/">https://www.tfd.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.Ing. Jörg Seume, M. Sc. Philipp Sauer	

<b>Mikro- und Nanosysteme</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung von Kenntnissen über die wichtigsten Anwendungsbereiche der Mikro- und Nanotechnik. Ein mikrotechnisches System hat die Komponenten Mikrosensorik, Mikroaktorik und Mikroelektronik. Vermittelt werden Aufbau und Wirkprinzip der Mikrobauteile sowie Anforderungen der Systemintegration. Auf Nanometerskala treten neue Effekte auf, die in der Vorlesung vorgestellt werden und die die Studierenden erklären können. Exemplarisch wird der Einsatz von Nanotechnologie in verschiedenen Anwendungsbereichen dargestellt wie die Nutzung magnetoresistiver Sensoreffekte (z.B. GMR-Effekt) oder die Nanopositionierung im Bereich Aktorik.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsprinzipien der Mikro- und Nanosensorik und -aktorik</li> <li>• Grundlagen der Mikro- und Nanotribologie</li> <li>• Einführung in die Halbleitertechnik</li> <li>• Anwendungen der Mikrosystemtechnik in den Feldern Daten- und Informationstechnik, Telekommunikation, Automobiltechnik, Luft- und Raumfahrttechnik, Industrieautomatisierung und Biomedizintechnik</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesung Mikro- und Nanotechnologie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (4 LP)</li> <li>• Online-Test (1 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Hauptmann: Sensoren, Prinzipien und Anwendungen, Carl Hanser Verlag, München 1990. Tuller: Microactuators, Kluwer Academic Publishers, Norwell 1998.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik ( <a href="https://www.impt.uni-hannover.de/">https://www.impt.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

<b>Werkstoffkunde I für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h   Davon Präsenzzeit: 42 h   Davon Selbststudium: 108 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> Maschinenbau B.Sc.		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Im Rahmen der Vorlesungsveranstaltung werden die Grundlagen der Werkstoffkunde vermittelt. Auf Basis der gewonnenen Kenntnisse können die Studierenden aktuelle werkstofftechnische sowie anwendungsorientierte Fragestellungen beantworten. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, eine Unterteilung der technischen Werkstoffe vorzunehmen, den Strukturaufbau fester Stoffe darzustellen, aufgrund der Kenntnis von grundlegenden physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften unterschiedlicher metallischer Werkstoffe eine anwendungsbezogene Werkstoffauswahl zu treffen, Zustandsdiagramme verschiedener Stoffsystemen zu lesen und zu interpretieren, die Prozessroute der Stahlherstellung und ihre Einzelprozesse detailliert zu erläutern, den Einfluss ausgewählter Elemente auf die mechanischen sowie technologischen Materialeigenschaften bei der Legierungsbildung zu beschreiben, eine Wärmebehandlungsstrategie zur Einstellung gewünschter Materialeigenschaften von Stahlwerkstoffen zu gestalten, unterschiedliche mechanische sowie zerstörungsfreie Prüfverfahren zu erläutern und Prüfergebnisse zu interpretieren, Gießverfahren metallischer Legierungen sowie grundlegende Gestaltungsrichtlinien zu erläutern, Korrosionserscheinungen dem entsprechenden Mechanismus zuzuordnen und Lösungswege zur Vermeidung bzw. Minimierung von korrosivem Angriff zu erarbeiten.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einteilung der Werkstoffe</li> <li>• Struktureller Aufbau und Bindungsarten der festen Stoffe</li> <li>• Elementarzellen und Gitterstrukturen metallischer Werkstoffe</li> <li>• Gitterstörungen und Diffusion</li> <li>• Mechanische Eigenschaften</li> <li>• Phasen- und Konstitutionslehre</li> <li>• Mechanische sowie zerstörungsfreie Prüfung metallischer Werkstoffe</li> <li>• Stahlherstellung (von der Eisengewinnung bis zur Legierungsbildung)</li> <li>• Wärmebehandlung von Stählen</li> <li>• Gegossene Eisen-Kohlenstoff-Legierungen</li> <li>• Korrosion</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdruck</li> <li>• Bargel, Schulze: Werkstoffkunde</li> <li>• Hornbogen: Werkstoffe</li> <li>• Macherauch: Praktikum in der Werkstoffkunde</li> <li>• Askeland: Materialwissenschaften</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Aufbauend auf die Vorlesung ist das Labor Werkstoffkunde.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier	

<b>Werkstoffkunde II für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 21 h	Davon Selbststudium: 99 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Ziel des Moduls Werkstoffkunde II ist es, ein Verständnis für die Herstellungsprozesse, Eigenschaften und Anwendungen von Nichteisenmetallen, Polymer- und Verbundwerkstoffen, sowie Keramiken und Hartmetallen zu erarbeiten. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Eigenschaften von Nichteisenmetallen und deren Legierungen wie Aluminium, Magnesium oder Titan einzuordnen und zu differenzieren sowie deren Herstellungsprozesse zu beschreiben, Polymerwerkstoffe und deren Herstellungsverfahren zu benennen und zu erläutern, die Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von keramischen Werkstoffen differenziert darzulegen, Hartmetalle und Cermets hinsichtlich Eigenschaften, Herstellung und Anwendungen einzuordnen und zu bewerten sowie Verbundwerkstoffe zu klassifizieren und deren Herstellung und Anwendung zu erläutern.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichteisenmetalle</li> <li>• Polymerwerkstoffe</li> <li>• Keramische Werkstoffe</li> <li>• Hartmetalle</li> <li>• Verbundwerkstoffe</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdruck</li> <li>• Bargel, Schulze: Werkstoffkunde</li> <li>• Hornbogen: Werkstoffe</li> <li>• Macherauch: Praktikum in der Werkstoffkunde</li> <li>• Askeland: Materialwissenschaften</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Möhwald	



<b>Grundlagenlabor Werkstoffkunde</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 1 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 30 h	Davon Präsenzzeit: 16 h	Davon Selbststudium: 14 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Grundlagenlabor Werkstoffkunde vermittelt in praktischen Übungen grundlegende Kenntnisse zur Bestimmung von Werkstoffkennwerten metallischer Werkstoffe. Nach erfolgreicher Teilnahme am Grundlagenlabor sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• theoretische Vorlesungsinhalte des Moduls Werkstoffkunde I in praktischen Experimenten zu verifizieren.</li> <li>• Werkstoffkennwerte anhand von Versuchsergebnissen zu ermitteln.</li> <li>• Versuchsergebnisse und Auswertungen in einem ausführlichen Protokoll darzustellen.</li> <li>• Inhalte der praktischen Versuche anhand von Versuchsprotokollen kritisch zu überprüfen und zu beurteilen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugversuch</li> <li>• Härteprüfung und Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• zyklische Werkstoffprüfung</li> <li>• Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe</li> <li>• Korrosion metallischer Werkstoffe</li> <li>• Tribometrie und Verschleiß</li> <li>• Metallographie</li> <li>• zerstörungsfreie Prüfverfahren</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• praktisches Labor</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Protokolle</li> <li>• schriftliches Endtestat</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdruck</li> <li>• Bargel, Schulze: Werkstoffkunde</li> <li>• Hornbogen: Werkstoffe</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Das Grundlagenlabor umfasst 3 Laborversuche inklusive Vortestaten, Protokollen und schriftlichem Endtestat.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier	

## Kompetenzfeld: Physik

<b>Einführung in die Festkörperphysik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 5. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 105 h	Davon Selbststudium: 135 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristalle und Kristallstrukturen</li> <li>• Bindungskräfte in Festkörpern</li> <li>• Beugung und Streuung an Kristallstrukturen</li> <li>• Gitterschwingungen, Quantisierung, Phononen</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Festkörpern</li> <li>• Das freie Elektronengas</li> <li>• Energiebänder</li> <li>• Dynamik von Kristallelektronen</li> <li>• Halbleiter</li> <li>• experimentelle Methoden: Röntgenbeugung, Rastersonden- und Elektronenmikroskopie, Leitfähigkeit, Magnetowiderstand, Halleffekt, Quantenhalbleffekt</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> <li>• Praktikum</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik und Quantenphänomene	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> <li>• Teilnahme am Labor</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Gross und A. Marx, „Festkörperphysik“, De Gruyter</li> <li>• K. Kopitzki und P Herzog, „Einführung in die Festkörperphysik“, SpringerSpektrum</li> <li>• N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, „Solid State Physics“, Oldenbourg</li> <li>• C. Kittel, „Introduction to Solid State Physics“, Wiley</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Ilja Gerhardt	

<b>Elektronik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 2 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 120 h	Davon Selbststudium: 120 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen den Umgang mit experimentelle und numerische Methoden der elektronischen Messtechnik kennen lernen, diese selber anwenden und Modellvorstellungen entwickeln zur Erklärung der experimentellen und numerischen Ergebnisse. Die hier erworbenen messtechnischen Fähigkeiten lassen sich zu einem erheblichen Teil auf nanoelektronische Bauelemente übertragen. Das Praktikum fördert auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Elektronik</li> <li>• Passive Bauelemente, Transistor</li> <li>• Analoge Grundsaltungen (Filter)</li> <li>• Operationsverstärker (OPV)</li> <li>• Statische und dynamische OPV-Beschaltung</li> <li>• Grundlagen HF-Technik</li> <li>• Signalgeneratoren/Phasenschieber</li> <li>• elektronische Regler</li> <li>• DA/AD-Wandlung</li> <li>• Praktikum: Auswahl aus 8 Versuchen zu Themen der Vorlesungen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• praktische Versuche</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Physik I, Physik II	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Labor (2 LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung (4 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U.Tietze, C. Schenk: Halbleiterschaltungstechnik, Springer Verlag</li> <li>• Hering, Bressler, Gutekunst: Elektronik für Ingenieure, Springer Verlag</li> <li>• P. Horowitz, W. Hill: The Art of Electronics, CA press</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Tammo Block	

<b>Quantentheorie für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Kompetenzfeld: Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 190 h	Davon Präsenzzeit: 70 h	Davon Selbststudium: 120 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sind mit den grundlegenden Konzepten der Quantentheorie vertraut und verstehen die Unterschiede zwischen klassischer Physik und Quantenphysik. Sie sind in der Lage, wichtige Beispielsysteme der Quantenmechanik mathematisch zu behandeln.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick der Konzepte der klassischen Physik und Widersprüche zum Experiment</li> <li>• Materiewellen und Schrödingergleichung</li> <li>• Postulate der Quantenmechanik, mathematische Konzepte, Unschärferelation</li> <li>• Eindimensionale Systeme</li> <li>• Drehimpuls, Spin und Wasserstoffatom</li> <li>• Zweiteilchensysteme</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Gruppenübung</li> <li>• Repetitorium</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Physik III – Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (unbenotet)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Schwabl, Quantenmechanik, Springer</li> <li>• W. Nolting, Grundkurs theoretische Physik. Bd.5/1: Quantenmechanik - Grundlagen, Springer</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Theoretische Physik ( <a href="https://www.itp.uni-hannover.de/itp.html">https://www.itp.uni-hannover.de/itp.html</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Luis Santos	

02.04.2023

---

## **Schlüsselkompetenzen**



<b>Einführung in das Recht für Ingenieure</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Schlüsselkompetenzen	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3-6. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 21 h	Davon Selbststudium: 69 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In der Vorlesung „Einführung in das Recht für Ingenieure“ werden den Studierenden Grundkenntnisse im Öffentlichen Recht und im Bürgerlichen Recht vermittelt. Nach erfolgreicher Absolvierung der Vorlesung und der Klausur kennen die Studierenden wesentliche Grundlagen des Öffentlichen Rechts, haben Grundkenntnisse im Bürgerlichen Recht und sind mit der Methodik der juristischen Arbeitsweise vertraut.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Im Öffentlichen Recht insbesondere Fragen des Europarechts, des Staatsorganisationsrechts, der Grundrechte und des Allgemeinen Verwaltungsrechts. Im Bürgerlichen Recht insbesondere Fragen der Rechtsgeschäftslehre und des Rechts der gesetzlichen Schuldverhältnisse.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Benötigt werden aktuelle Gesetzestexte: Basistexte Öffentliches Recht: ÖffR, Beck-Texte im dtv und Bürgerliches Gesetzbuch: BGB, Beck-Texte im dtv. Darüber hinaus werden der Vorlesung begleitende Materialien zur Verfügung gestellt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Juristische Fakultät ( <a href="https://www.jura.uni-hannover.de/">https://www.jura.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Johannes von Zastrow	

<b>Technikrecht</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- und Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Schlüsselkompetenzen	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3-6. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 32 h
Davon Selbststudium: 88 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In der Vorlesung „Technikrecht“ werden den Studierenden unter anderem die historischen, ökonomischen, soziologischen sowie die europa- und verfassungsrechtlichen Grundlagen des Technikrechts sowie die Grundzüge einzelner wichtiger Bereiche des Technikrechts vermittelt. Nach erfolgreicher Absolvierung der Vorlesung und der Klausur kennen die Studierenden wesentliche Grundlagen des Technikrechts, haben Grundkenntnisse in einzelnen wichtigen Bereichen des Technikrechts und sind mit der Methodik der juristischen Arbeitsweise vertraut.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Normung</li> <li>• Technikstrafrecht</li> <li>• Produkt- und Gerätesicherheitsrecht</li> <li>• Produkthaftungsrecht</li> <li>• Anlagenrecht</li> <li>• Telekommunikations- und Medienrecht</li> <li>• Datenschutzrecht</li> <li>• gewerbliche Schutzrechte (Patent, Gebrauchsmuster, Eingetragenes Design [bis 2013 „Geschmacksmuster“], Marke)</li> <li>• Bio- und Gentechnologierecht</li> <li>• Atomrecht</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Die Vorlesung begleitende Materialien werden zur Verfügung gestellt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Technikrecht und Technikrecht in der Praxis sind zeitlich und inhaltlich eng aufeinander abgestimmt im Rahmen der sechstägigen Blockveranstaltung und Gastvortragsreihe "Sechs Tage Technik und Recht - Grundlagen und Praxis des Technikrechts" jeweils am Ende des Winter- bzw. Sommersemesters.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Juristische Fakultät ( <a href="https://www.jura.uni-hannover.de/">https://www.jura.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Johannes von Zastrow	



<b>Technikrecht in der Praxis</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- und Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Schlüsselkompetenzen	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3-6. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 32 h
Davon Selbststudium: 88 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In der Vorlesung „Technikrecht in der Praxis“ werden den Studierenden Einblicke in die vielfältigen Anwendungsbereiche des Technikrechts vermittelt. Im Vordergrund steht ein intensiver Praxisbezug, der insbesondere durch die Vorträge mehrerer Gastdozentinnen und Gastdozenten aus der technikkrechtlichen Praxis in Wirtschaft, Verwaltung, Rechtsprechung und Anwaltschaft hergestellt wird. Nach erfolgreicher Absolvierung der Vorlesung und der Klausur kennen die Studierenden einige der vielfältigen Anwendungsbereiche des Technikrechts, haben Grundkenntnisse in der praktischen Anwendung einzelner wichtiger Bereiche des Technikrechts und sind mit der Methodik der juristischen Arbeitsweise vertraut.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treibhausgas-Emissionshandel</li> <li>• Recht der erneuerbaren Energien</li> <li>• Luftverkehrsrecht</li> <li>• Gewerbeaufsichtsrecht</li> <li>• Umwelt- und Deponierecht</li> <li>• Produkthaftungsrecht</li> <li>• Anlagensicherheits- und Störfallrecht</li> <li>• Architektenrecht</li> <li>• IT-Recht</li> <li>• gewerbliche Schutzrechte (insbesondere Patentrecht)</li> <li>• Urheberrecht</li> <li>• technische Normung</li> <li>• vergleichender Warentest</li> <li>• technische Verkehrsunfallaufklärung vor Gericht</li> <li>• Bau-, Umwelt und Gentechnikrecht</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Technikrecht	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Die Vorlesung begleitende Materialien werden zur Verfügung gestellt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Technikrecht und Technikrecht in der Praxis sind zeitlich und inhaltlich eng aufeinander abgestimmt im Rahmen der sechstägigen Blockveranstaltung und Gastvortragsreihe "Sechs Tage Technik und Recht - Grundlagen und Praxis des Technikrechts" jeweils am Ende des Winter- bzw. Sommersemesters.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Juristische Fakultät ( <a href="https://www.jura.uni-hannover.de/">https://www.jura.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Johannes von Zastrow	

<b>Betriebsführung</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Schlüsselkompetenzen	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 3-6. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 58 h	Davon Selbststudium: 92 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Unter Betriebsführung wird das Management der Prozessabläufe in Produktionsunternehmen verstanden. Die Vorlesung Betriebsführung vermittelt den Studierenden aus Ingenieurssicht Grundlagen auf Basis der Prozesskette (Planung, Beschaffung, Produktion, Distribution). Die Inhalte werden in Vorträgen vermittelt, anhand typischer Beispiele und Übungen demonstriert und in praxisnahen Gastvorlesungen vertieft.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Betriebsführung</li> <li>• Grundlagen der Produkt-, Arbeits- und Produktionsstrukturplanung</li> <li>• Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung</li> <li>• Supply Chain Management</li> <li>• Beschaffung und Distribution</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript (Druckversion in Vorlesung, pdf im stud.IP)</li> <li>• Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure, 8 überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, München/Wien 2014</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Die Vorlesung wird durch einzelne Übungen und Gastvorträge aus der Industrie ergänzt. Zudem wird die Vorlesung im Zuge der Anpassung der Credit Points um eine umfangreiche Fallstudie ergänzt, die in Gruppen zu bearbeiten und obligatorisch für das Erreichen von 5 LP ist.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät Maschinenbau: Institut für Fabrikanlagen und Logistik ( <a href="https://www.ifa.uni-hannover.de/">https://www.ifa.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis, M. Sc. Justin Hook	

<b>Wissenschaftliche Methodik und Soft Skills im Ingenieurs- und Forschungsbereich</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 3-6. Semester	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 54 h	Davon Präsenzzeit: 36 h	Davon Selbststudium: 18 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik- und Informationstechnik B.Sc. Energietechnik B.Sc. Informatik B.Sc. Technische Informatik B.Sc. Mechatronik B.Sc. Computergestützte Ingenieurwissenschaften Lehramt Technical Education Elektrotechnik Wirtschaftsingenieurwesen (Studienrichtung Elektrotechnik)		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Das Ziel ist die Vermittlung der Grundlagen für die verschiedenen Aspekte des wissenschaftlichen Arbeitens (u.a. Literaturrecherche, Patente, experimentelle Aspekte, wissenschaftliches Schreiben und Präsentieren, Zeit- und Selbstmanagement).	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche von und Umgang mit wissenschaftlicher Literatur</li> <li>• Schutzrecht</li> <li>• Planung und Durchführung wissenschaftlicher Experimente</li> <li>• Auswertung wissenschaftlicher Experimente (Visualisierung von Daten, Statistik)</li> <li>• Wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Wissenschaftliches Präsentieren</li> <li>• Zeit- und Selbstmanagement</li> <li>• Kommunikation und Konfliktmanagement</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung – 2 SWS</li> <li>• Übung – 1 SWS (in Form von Online-Tests zur Vertiefung der Inhalte)</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Es ist wünschenswert, wenn der Teilnehmende bereits an einem Projekt mitgearbeitet oder einen Laborbericht / eine Abschlussarbeit verfasst hat. Dies ist aber keine zwingende Voraussetzung und die Veranstaltung steht für alle offen.	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schreiben eines Abstracts</li> <li>• Absolvieren von Online-Tests zu jedem Themenkomplex (Acht Stück), die beliebig oft wiederholt werden können, aber bis zum Ende der Vorlesungszeit alle bestanden werden müssen.</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Julia Körner	

<b>Fachpraktikum 12 Wochen</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 15 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- oder Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Fachpraktikum	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> ab 4. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 450 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 450 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Fachpraktikum dient dem Erwerb von Erfahrungen in typischen Aufgabenfeldern und Tätigkeitsbereichen von Absolventen des jeweiligen Studienganges in der beruflichen Praxis. Es ist gekennzeichnet durch die Eingliederung der Praktikantinnen und Praktikanten in ein Arbeitsumfeld von Ingenieuren oder entsprechend qualifizierten Personen mit überwiegend entwickelndem, planendem oder lenkendem Tätigkeitscharakter.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Praktikantinnen und Praktikanten sollen im Fachpraktikum möglichst weitgehend und aktiv beitragend integriert werden in die typische Tagesarbeit ihres jeweiligen Arbeitsumfeldes. Dadurch sollen sie in engem Kontakt typische Aufgaben und Arbeitsweisen im Beruf stehender Ingenieure ihrer jeweiligen Fachrichtung kennen lernen und beobachten können.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>praktisches Arbeiten</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung des Praktikums</li> <li>Praktikumsbericht</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> keine	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Eine Praktikumswoche entspricht der regulären Wochenarbeitszeit des jeweiligen Betriebes. Durch Urlaub, Krankheit oder sonstige persönliche Gründe ausgefallene Arbeitszeit muss nachgeholt werden. Ggf. sollte um Vertragsverlängerung gebeten werden. Das Praktikum muss vor dem Antritt vom Prüfungsamt genehmigt sein.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Praktikantenamt ( <a href="https://www.maschinenbau.uni-hannover.de/praktika.html">https://www.maschinenbau.uni-hannover.de/praktika.html</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens	

<b>Bachelorarbeit</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> B.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 15 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- oder Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Bachelorarbeit	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 5-6. Semester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 450 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 450 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in ein aktuelles Forschungsthema ein, bearbeiten ein Teilprojekt eigenständig unter Anleitung, dokumentieren die Ergebnisse schriftlich, referieren darüber in einem Seminarvortrag und führen eine anschließende wissenschaftliche Diskussion. Sie lernen so die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens kennen und entwickeln neben der Fachkompetenz auch ihre Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, der Umsetzung von Fachwissen sowie ihre Fähigkeit zur Diskussionsführung weiter.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten</li> <li>• Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung</li> <li>• Wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Präsentationstechniken</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li>• Diskussionsführung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissenschaftliches Bearbeiten eines Teilprojekts</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: Zulassung zur Bachelorarbeit nur möglich, wenn mindestens 120 ECTS-LP erworben wurden. Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftlich (Bachelorarbeit)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickel-Wolf, Wolf: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken, 2004</li> <li>• Walter Krämer: Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?, 1999</li> <li>• Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Bd. 47</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b>	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> diverse Institute	

## **Masterstudium: Lernergebnisse**

### Aufgaben und Anforderungen im Fach Nanotechnologie:

Die Nanotechnologie befasst sich mit Strukturen, die in mindestens einer Dimension kleiner als 100 nm sind. Nanotechnologie zielt auf die Herstellung dieser Strukturen, die Detektion und Modifikation ihrer Eigenschaften sowie das Erschließen von Nutzungspotentialen für konkrete Anwendungsfelder.

Dies erfordert fundierte Kenntnisse in denjenigen Teilgebieten von Physik, Chemie, Elektrotechnik und Maschinenbau, die für die Nanotechnologie einschlägige Aspekte behandeln.

Die Herausforderung bei der Bearbeitung nanotechnologischer Fragestellungen besteht darin, das Wissen sowie Ansätze und Methoden der beteiligten Disziplinen in Forschung und Entwicklung zu verknüpfen und neue disziplinübergreifende Lösungen zu schaffen (innovatives und interdisziplinäres Arbeiten).

Wesentliche Qualifikationsziele im Masterstudiengang Nanotechnologie sind:

- spezialisierende Vertiefungen in einer ingenieurwissenschaftlichen und in einer naturwissenschaftlichen Disziplin sowie deren Verknüpfung im Hinblick auf nanotechnologische Fragestellungen
- Ausschöpfung interdisziplinärer Potenziale und die Fähigkeit zur problembezogenen Bearbeitung komplexer Fragestellungen mit anderen Fachleuten; dazu: Querverbindungen und Verknüpfungslinien zwischen den Teildisziplinen erkennen oder herzustellen können; Denk- und Vorgehensweisen von Nachbardisziplinen kennen und verstehen
- selbständiges wissenschaftsorientiertes Handeln: eigenständige Analyse nanotechnologischer Sachverhalte, selbständige Formulierung von Fragestellungen in Forschung und Entwicklung; selbständiges Generieren von disziplinübergreifenden Lösungsansätzen

Absolventinnen/Absolventen im Masterstudiengang Nanotechnologie sind in der Lage:

- für einschlägige Fragestellungen eigenständige Lösungswege zu entwickeln und bisherige Lösungsvorschläge konstruktiv-kritisch zu problematisieren
- selbständig offene Fragen zu erkennen und solche Fragestellungen durch Präzisierung ihres Problemgehaltes bearbeitbar zu machen
- Experimente und Versuchsanordnungen zu konzipieren, mit denen sich Vermutungen, Vorhersagen oder Annahmen zu technischen Sachverhalten überprüfen lassen
- Ergebnisse aus Experimenten und Versuchen systematisch theoretisch auszuwerten und im Hinblick auf theoretische Aussagen zu beurteilen
- die Fähigkeit, nanotechnologische Produkte und Systeme hinsichtlich ihrer Funktionalität und hinsichtlich ihres Gebrauchswertes zu beurteilen

- bisher wenig genutzte natürliche oder technische Potentiale zu erkennen und für eine Anwendung nutzbar zu machen und Optionen für die Verbesserung in der Anwendung oder Nutzung von Funktionen und Effekten für technische Entwicklungsschritte zu erschließen.

### **Hinweise zu den Kursbeschreibungen: Prüfungsart und Prüfungsdauer**

In einigen Fällen findet sich als Angabe zur Art der Prüfung der Vermerk „schriftlich oder mündlich“. Hier wird die Prüfungsform zum Semesterbeginn bekannt gegeben. Die Klausurdauer beträgt in der Regel 15-25 Minuten pro Leistungspunkt des Wertes der Prüfung. Die Dauer der mündlichen Prüfung beträgt je Prüfling in der Regel 5-10 Minuten je Leistungspunkt des Prüfungsfaches.

### **Abkürzungen:**

LP: Leistungspunkte

P: Praktikum

S: Seminar

SS: Sommersemester

SWS: Semesterwochenstunden

Ü/U: Übung

V: Vorlesung

WS: Wintersemester

# Master Nanotechnologie

## Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie

<b>Physikalische Materialchemie für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> Vorlesung: 7 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 210 h		Davon Präsenzzeit: 120 h Davon Selbststudium: 90 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zur physikalischen Materialchemie (für fortgeschrittene Masterstudierende). Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die besonderen Eigenschaften von Festkörper-Systemen als komplexes Funktionsmaterial und als Nanomaterialien mit Konzepten des Realraums und des reziproken Raums zu beschreiben.</li> <li>• Unterschiede zu Volumenmaterialien zu erkennen, die auftreten, wenn die Abmessungen der Festkörper-Teilchen in den Bereich weniger Nanometer hinein absinken.</li> <li>• Anwendungspotenziale nanostrukturierter Festkörper und Anordnungen von Nanoteilchen in Bauteilen zu erkennen.</li> <li>• Funktionsprinzipien und die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Festkörpermaterialien zu beschreiben.</li> <li>• den funktionsorientierten Aufbau komplexer Materialien zu verstehen.</li> <li>• aktuelle Optimierungsmöglichkeiten für ausgewählte Materialsysteme zu erkennen.</li> <li>• die chemische Synthese von Materialien und die physikalisch-chemische Bestimmung der Eigenschaften zu kombinieren.</li> <li>• Messergebnisse kritisch zu beurteilen und korrekt darzustellen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <i>Vorlesung 1/ Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gitteraufbau von Festkörpern: Beschreibung periodischer Kristalle (starres Gitter), Bravaisgitter, Symmetrien, Quasikristalle, Beugungsmethoden (Elektronen, Röntgen, Neutronen), Beugungsbedingung (Laue, Bragg, Brillouin), Atom(form)faktor, Strukturfaktor, reziproker Raum, reziprokes Gitter, Brillouin-Zonen, Patterson-Funktion</li> <li>• Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: harmonische Näherung der Atomdynamik, Debye-Waller-Faktor, Quantisierung der Gitterschwingungen, Quasiteilchen, Phononendispersion, phononische Bandstruktur, Einstein-Modell, Debye-Modell, Wärmekapazität, Entropiekapazität</li> <li>• Dynamik von Elektronen in Festkörpern und Nanosystemen: freies Elektronengas, quasifreies Elektronengas im periodischen Potential, Blochwellen, elektronische Bandstruktur, Bändermodell für kristalline und amorphe Festkörper, sp<sup>3</sup>-Hybridisierung, elektrische Leiter, Halbleiter, Isolatoren, p-n-Übergang</li> <li>• erweiterte Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: Thermodynamik von Punktdefekten, Diffusion, Reaktivität, elektrochemisches Potenzial</li> <li>• spezielle Nanosysteme: Vertiefung der Konzepte an Fallbeispielen aktueller Forschungsarbeiten aus Fachzeitschriften.</li> </ul> <i>Vorlesung 2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterialien:</i> Es wird beispielhaft eine Reihe von Materialien und Materialklassen behandelt, wobei die auftretenden Struktur-Eigenschafts-Beziehungen im Vordergrund stehen sollen. Es soll dabei immer die gedankliche Kette abgebildet werden vom Molekül zum Material zum Bauelement. Am Beispiel folgender Materialien soll dieser Systemgedanke exemplarisch verfolgt und dargestellt werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Hartwerkstoffe“: Fragen der chemischen Stabilität und der Nanostruktur der Hartstoffe werden in Abhängigkeit von der Geometrie als Kompaktmaterial oder Dünnschicht behandelt. Besonderes Augenmerk gilt den speziellen mechanischen Eigenschaften von nanostrukturierten Werkstoffen.</li> <li>• „Metalle“: Ausgehend vom Modell der metallischen Bindung werden Eigenschaften wie elektrische und Wärmeleitung, Deformierbarkeit bei gleichzeitig hoher mechanischer Stabilität erklärt.</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Metallnanoteilchen“: nanoskopische Effekte wie Schmelzpunktniedrigung, Bandaufspaltung und das Auftreten von lokalisierten Oberflächenplasmonresonanzen werden am Fall von Metallnanoteilchen erläutert</li> <li>• „Magnetische Materialien“: Festkörper mit interessanten magnetischen Eigenschaften und ihre typischen Anwendungen sowie die Struktur-Eigenschaft-Korrelationen werden vorgestellt. Das Phänomen und die Ursachen der Supraleitung werden erläutert. Das Phänomen des Superparamagnetismus bei magnetischen Nanomaterialien wird erklärt und mögliche Anwendungen werden diskutiert</li> <li>• „Membranmaterialien“: Poröse und dichte Materialien und ihre Strukturierung zu Membranen für die Gastrennung. Im Rahmen der Lehreinheit „Molekulare Elektronik“ werden grundlegende Fragen der molekularen Materialien behandelt. Es werden ausgewählte Synthesen vorgestellt und Wege der Selbstorganisation von Molekülen zu „molekularen Drähten“ und „Schaltern“ aufgezeigt. Weiterhin werden Aspekte der Kontaktierung und Vermessung diskutiert.</li> <li>• „Sensorik“: Es werden moderne Systeme zur Gassensorik erläutert. Dabei spielen die elektrochemischen Grundlagen der Nachweise bzw. der Ionenleitung und die Darstellung der notwendigen komplexen modularen Aufbauten entscheidende Rollen.</li> <li>• „Brennstoffzellen“: Die Aufbau- und Wirkprinzipien der aktuell angewendeten Brennstoffzellensysteme werden erläutert – dabei wird ein Hauptaugenmerk auf das funktionelle Ineinandergreifen der verschiedenen Komponenten gelegt.</li> <li>• „Batterien“: Es werden moderne Batteriesysteme mit Schwerpunkt auf Li+-Ionen-Speicher vorgestellt, dabei liegt der Schwerpunkt auf den Struktur-Eigenschaft-Beziehungen.</li> <li>• „Halbleiterbauelemente“: Der Aufbau und die Wirkungsweise von Dioden und Feldeffekttransistoren werden erklärt, im Mittelpunkt steht dabei die Elektrochemie von Halbleiter-Metall und Halbleiter-Halbleiter-Kontakten.</li> <li>• „Photonische Materialien“: Es werden die Prinzipien moderner optisch aktiver Werkstoffe für die Entwicklung von Mikro-Lasern, die optische Datenspeicherung und die optische Leiterbahntechnik vorgestellt.</li> <li>• Darüber hinaus werden die besonderen optischen Quantengrößeneffekte in niedrigdimensionalen Systemen, insbesondere von Quantendrähten und Quantenpunkten diskutiert.</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung 1/ Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen</li> <li>• Vorlesung 2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterialien</li> </ul>
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> Vorlesung 1/ Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• St. Elliott, The Physics and Chemistry of Solids</li> <li>• R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik</li> <li>• Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik</li> <li>• J. Maier, Festkörper – Fehler und Funktion, Prinzipien der physikalischen Festkörperchemie</li> </ul> Vorlesung 2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterialien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Göpel, C. Ziegler, Einführung in die Materialwissenschaften: Physikalisch-Chemische Grundlagen und Anwendungen, Teubner, 1996</li> <li>• C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, The Chemistry of Nanomaterials, Wiley-VCH, 2004</li> <li>• R. Memming, D. Vanmaekelbergh, Semiconductor Electrochemistry, Wiley-VCH, 2001</li> <li>• M.N. Rudden, J. Wilson, Elementare Festkörperphysik und Halbleiterelektronik, Spektrum Verlag, 1995</li> <li>• J. Jahns, Photonik, Oldenbourg Verlag, 2001</li> </ul> Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltungen vorgestellt.
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie ( <a href="https://www.pci.uni-hannover.de/">https://www.pci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Nadja-C. Bigall, apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Armin Feldhoff, Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Caro, apl. Prof. Dr. rer. nat. Dirk Dorfs

<b>Quantenstrukturbauelemente für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester/Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der quantenmechanischen Beschreibung von elektronischen Bauelementen</li> <li>• Überblick über quantenmechanische Effekte in Halbleiternanostrukturen und deren entsprechende Fachbegriffe</li> <li>• Kompetenz zur selbstständigen Einarbeitung in aktuelle Entwicklungen</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quanteneffekte in Halbleiterstrukturen</li> <li>• Physik zweidimensionaler Elektronengase</li> <li>• Quantendrähte</li> <li>• Quantenpunkte</li> <li>• Kohärenz- und Wechselwirkungseffekte</li> <li>• Einzelelektronentunneltransistor</li> <li>• Quantencomputing</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik, Fortgeschrittene Festkörperphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Weisbuch, B. Vinter, Quantum Semiconductor Structures, Academic Pr Inc</li> <li>• S.M. Sze, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley</li> <li>• M.J. Kelly, Low-Dimensional Semiconductors: Materials, Physics, Technology, Devices, Oxford University Press</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Rolf J. Haug	

## Wahlpflichtmodule

### Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe

<b>Kolloide und Nanoteilchen</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 60 h Davon Selbststudium: 60 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses zu physikalischen und chemischen Prinzipien von Kolloiden, Nanoteilchen und deren Charakterisierung in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. grundlegende Prinzipien der Kolloidchemie zu erkennen.</li> <li>2. Techniken der Strukturierung von Nanoteilchen als Grundlage ihrer Handhabung anzuwenden.</li> <li>3. anhand von erlernten Kriterien zu beurteilen, wann kolloidale Lösungen stabil sind.</li> <li>4. zu entscheiden, welche chemischen oder physikalischen Methoden für ein aufzubauendes nanostrukturiertes Bauelement (beispielsweise in der Nano- bzw. Mikroelektronik) anzuwenden sind.</li> <li>5. die besonderen Eigenschaften von einigen beispielhaft besprochenen kolloidalen Lösungen zu erläutern.</li> <li>6. einige gängige Methoden zur Charakterisierung von Kolloiden und Nanoteilchen vertieft zu erläutern und anzuwenden.</li> </ol>	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen:</i> Im Teil „Kolloide“ der Vorlesung wird die Stabilisierung kolloidaler Lösungen besprochen, anhand der DLVO-Theorie zur Stabilität und Koagulation von Teilchen werden die Auswirkungen der wichtigsten statischen und elektrostatischen Wechselwirkungen besprochen. Einen wichtigen Raum nehmen die Stabilisierung durch oberflächenaktive Agenzien und die Bildung von Mizellkolloiden ein. Ferner werden die Erzeugung, die Stabilisierung und das Einsatzpotential von Makro- und Mikroemulsionen besprochen. Die Anordnung von kolloidalen Partikeln zu 3-dimensionalen Strukturen wird am Beispiel von Latex-Partikeln zum Aufbau inverser Opale besprochen; die Anwendung solcher inversen Opale als photonische Kristalle wird kurz angerissen. Begriffe wie elektrochemische Doppelschicht und Zetapotential werden diskutiert.</p> <p>Im Teil „Nanopartikel“ werden ausgehend von den grundlegenden Methoden der Präparation von Nanoteilchen in gasförmiger, flüssiger und fester Phase Techniken der Stabilisierung und Deposition von Nanoteilchen behandelt. Nanoteilchen lassen sich über elektrostatische Wechselwirkung in fluiden Phasen an entsprechend vorbehandelte Oberflächen planarer und poröser Feststoffe ankoppeln (unterschiedliche Zeta-Potentiale). Unter Ausnutzung hydrophiler/hydrophober Wechselwirkungen lassen sich Feststoffoberflächen nach der Langmuir-Blodgett-Technik mit Nanoteilchen dekorieren. Nanoteilchen können auch über das Knüpfen chemischer Bindungen in strukturierter Form kovalent an Feststoffe gebunden werden. Sonderformen der Anordnung von Nanoteilchen betreffen deren Synthese und Konzentration in mizellaren Flüssigkeiten, deren in situ-Synthese und Stabilisierung in porösen Feststoffen und die Erzeugung nanokristalliner Feststoffe durch Energieeintrag. Zur Manipulation und Analyse von atomaren Oberflächenstrukturen hat eine Reihe von Rastersondentechniken große Bedeutung erlangt, deren bekannteste Vertreter die Rastertunnelmikroskopie und die Rasterkraftmikroskopie sind. Abscheidungen aus der Gasphase (CVD, PVD) sowie laser- und plasmagestützte Sputtertechniken lassen sich unter Ausnutzung unterschiedlicher Grenzflächenenergien zur 1D- und 2D-Nano-Strukturierung von Oberflächenschichten nach Volmer-Weber einsetzen. Anisotropes Ätzen zusammen mit Positiv- und Negativ-Lithographietechniken ermöglichen beliebige Strukturierungen von Schichten aus Nanoteilchen.</p>	

	<p><i>Experimentelles Seminar Kolloide und Nanoteilchen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Größenverteilung von Teilchen in einer Reihe von Kolloiden bzw. Suspensionen von Nanoteilchen wird mittels „Nanoparticle Tracking Analysis“ untersucht. In diesem Zusammenhang wird auf die Theorie der Diffusion von Nanoteilchen in Lösungen (Fluktuationen, statistisch-thermodynamische Behandlung) eingegangen.</li> <li>• Unter Verwendung der Zyklischen Voltammetrie werden typische Ad- und Desorptionsprozesse an Elektroden in Lösung untersucht. Es wird eine Einführung in die Voltammetrie als Standard-Untersuchungsmethode der Elektrochemie und in die Beschreibung von Elektrodenprozessen gegeben.</li> <li>• Es werden ZnO-Nanoteilchen in Lösung hergestellt und das Wachstum dieser Teilchen (Ostwald-Reifung) mittels UV/Vis-Spektroskopie verfolgt. In diesem Zusammenhang werden Ansätze zur Beschreibung des Kristallwachstums und die Theorie der Lichtabsorption durch Halbleiter-Nanopartikel behandelt.</li> <li>• Mittels Laser-Doppler-Anemometrie wird das Zetapotential kolloidaler Nano- und Mikropartikel aus Silika, welche mittels Stöber-Synthese synthetisiert werden, in Abhängigkeit vom pH-Wert charakterisiert.</li> </ul> <p>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Auseinandersetzung mit zeitgenössischer Fachliteratur, um ein vertieftes Verständnis des vermittelten Stoffs zu erhalten.</li> <li>• Kritische Beurteilung von experimentellen Ergebnissen</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen (2 SWS)</li> <li>• Experimentelles Seminar Kolloide und Nanoteilchen (2 SWS)</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelles Seminar Kolloide und Nanoteilchen</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Prüfung (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p><i>Vorlesung Kolloide und Nanoteilchen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H.-D. Dörfler, Grenzflächen- und Kolloidchemie, VCH Verlag, 1994</li> <li>• C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, The Chemistry of Nanomaterials, Wiley-VCH, 2004.</li> <li>• R. J. Hunter, Foundations of Colloid Science, Oxford University Press, 2004</li> <li>• G. Brezinsky, H. Mängel, Grenzflächen und Kolloide, Spektrum Verlag, 1993, Bergmann-Schäfer, Vielteilchensysteme, Band 5, Walter de Gruyter, 1992.</li> <li>• Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</li> </ul> <p><i>Experimentelles Seminar Grenzflächen, Kolloide und Nanoteilchen</i> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Dozenten: Bigall, Dorfs</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie (<a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a>)</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Prof. Dr. rer. nat. Nadja-C. Bigall, Prof. Dr. rer. nat. Dirk Dorfs</p>

<b>Elektronenmikroskopie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 42 h
Davon Selbststudium: 78 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Elektronenmikroskopie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die Funktionsweise verschiedener elektronenmikroskopischer Methoden zur mikrostrukturellen und mikrochemischen Charakterisierung von Festkörpern und moderner Materialien zu beschreiben.</li> <li>2. die Eignung verschiedener elektronenmikroskopischer Methoden für spezifische materialanalytische Fragestellungen zu beurteilen und Anwendungspotenziale zu erkennen.</li> <li>3. kombinierte Analysen im Ortsraum (Abbildung) und reziproken Raum (Elektronenbeugung) zu beschreiben.</li> <li>4. lokale Elementanalytik zu beschreiben.</li> <li>5. unterschiedliche elektronenmikroskopische Kontrastverfahren zu erläutern und Analyseergebnisse zu interpretieren.</li> <li>6. experimentell erhobene Daten nach Anleitung auszuwerten und daraus abgeleitete Versuchsergebnisse wissenschaftlich angemessen darzustellen, kritisch zu bewerten und zu interpretieren.</li> </ol>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Vorlesung Elektronenmikroskopie</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: de-Broglie-Wellenlänge, Lorentzkraft, Elektronenquellen, Elektronenlinsen, Aberrationen</li> <li>• Rasterelektronenmikroskop (REM): Strahlengänge, Stigmatoren, Deflektoren, Wechselwirkung von Elektronenstrahl mit Materie, Sekundärelektronenemission, Rückstreuelektronenemission, Augerelektronenemission, Röntgenemission, Elektronendetektoren, In-Lens-Detektion</li> <li>• Fokussierte Ionenstrahltechniken (FIB), Flüssigmetall-Ionenquellen, Feldionenmikroskop, Heliumionenmikroskopie</li> <li>• Transmissionselektronenmikroskop (TEM): Historie, Virologie, Linsen in Wellenoptik, 2-stufiges TEM, 3-stufiges TEM, Strahlengänge für Abbildung und Beugung, Auflösungsvermögen, Fourier-Optik, Beugungsabsorptionskontrast,</li> <li>• hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM): Phasenkontrast, Phasen-Amplitudendiagramme, <math>\pi/4</math>-Phasenplättchen, Phasenkontrasttransferfunktion (PCTF), Punktauflösung, Kontrastsimulationen (Multislice- und Blochwellen-Methoden), Delokalisierung, Fokussierrekonstruktion, Aberrationskorrektur (CS und CC)</li> <li>• Feinbereichselektronenbeugung (SAED): Zonenachsenbestimmung, Orientierungsbeziehungen, kinematische Näherung, Analogien und Unterschiede zwischen Elektronen- und Röntgenbeugung</li> <li>• konvergente Elektronenbeugung (CBED): dynamische Beugungstheorie, Kikuchi-Linien, Symmetrien, Raumgruppenbestimmung</li> <li>• Rastertransmissionselektronenmikroskopie (STEM): Z-Kontrast, Kleinwinkeldunkelfeldkontrast (LAADF), Weitwinkeldunkelfeldkontrast (HAADF), Detektion leichter Elemente wie H oder Li</li> <li>• Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS): kantennahe Feinstrukturen (ELNES), Elementanalytik, Bindungsanalytik</li> <li>• energiegefilterte Transmissionselektronenmikroskopie (EFTEM): Elementkartierungen, Bindungskartierungen</li> <li>• energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDXS): Röntgenspektren, Elementanalytik, Detektorkonzepte</li> <li>• praktische Aspekte: Probenpräparationsmethoden, Bildaufnahmemethoden, Untersuchung strahlempfindlicher Proben (Minimum Dose Exposure)</li> </ul>	

	<p><b>Übung Elektronenmikroskopie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der elektronenoptischen Abbildung</li> <li>• Prinzipien der Elektronenbeugung</li> <li>• Prinzipien der Elementanalytik</li> <li>• quantitative Auswertung von Elektronenbeugungsdiagrammen</li> <li>• quantitative Auswertung von Phasenkontrastaufnahmen</li> <li>• Kontrastsimulationen (Multislice- und Blochenwellen-Methoden)</li> </ul> <p>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung experimentell erhobener Daten und angemessene wissenschaftliche Darstellung daraus abgeleiteter Versuchsergebnisse. Kritische Bewertung und Interpretation.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Elektronenmikroskopie (2 SWS)</li> <li>• Theoretische Übung Elektronenmikroskopie (1 SWS)</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in EDV; Grundkenntnisse in Quantenmechanik</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung (30 min)</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Brydson, Aberration-corrected analytical transmission electron microscopy, Wiley (2011)</li> <li>• J.I. Goldstein, Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, 3. ed., Kluwer Acad./Plenum Publ., New York (2003)</li> <li>• L. Reimer, Scanning electron microscopy : physics of image formation and microanalysis, 2. ed., Springer, Berlin (1998)</li> <li>• D. Shindo, T. Oikawa, Analytical electron microscopy for materials science, Springer (2002)</li> <li>• D. Shindo, K. Hiraga, High-resolution electron microscopy for materials science, Springer (2002)</li> <li>• N. Tanaka, Scanning transmission electron microscopy of nanomaterials, Imperial College Press (2015)</li> </ul> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>keine</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie  <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a></p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Dr. rer. nat. habil. Armin Feldhoff</p>

<b>Physikalische Chemie III</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 90 h		Davon Präsenzzeit: 28 h Davon Selbststudium: 62 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vertiefung der Kenntnisse in der Physikalischen Chemie durch Vernetzung der fachlichen Inhalte der Module Physikalische Chemie 1 und 2 und Ergänzung des Themenbereichs Kinetik.  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen der chemischen Kinetik wiederzugeben und zu erläutern und diese auf chemische Probleme, insbesondere auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen anzuwenden.</li> <li>• den Ablauf chemischer Prozesse formalkinetisch durch Potenzansätze zu beschreiben.</li> <li>• auf der Basis des molekularen Reaktionsablaufs die Geschwindigkeit von Elementarreaktionen vorauszusagen.</li> <li>• den Verlauf chemischer Reaktionen in unterschiedlichen Reaktortypen zu verstehen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <i>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionen Nullter, erster und zweiter Ordnung. Reaktionen mit vorgelagertem Gleichgewicht, Folge- und Parallelreaktionen</li> <li>• Theorie der Reaktionskinetik, Elementarreaktionen</li> <li>• Kettenreaktionen mit und ohne Verzweigung</li> <li>• Stoßtheorie, Eyringkonzept</li> <li>• Kinetik an Festkörperoberflächen</li> <li>• Elektrodenkinetik</li> <li>• limitierte Kinetik: Elektronen, Photonen, Phononen</li> <li>• Diffusionslimitierung in Gas- und Flüssigphase</li> </ul> <i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i> Die chemische Reaktionskinetik ist in vielfacher Weise überfachlich vernetzt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• der mögliche Ablauf chemischer Reaktionen basiert auf der klassischen Thermodynamik, die Kinetik beschreibt den Ablauf der chemischen Reaktion, sofern möglich</li> <li>• die Kinetik chemischer Reaktionen wird durch Rahmenbedingungen der Reaktionstechnik (Rührkessel, Reaktionsrohr, Wirbelschicht, Kaskade etc.) bestimmt</li> <li>• in situ-Methoden der analytischen Diagnostik ermöglichen Einsichten in die ablaufenden Elementarreaktionen, die ihrerseits die Kinetik bestimmen</li> <li>• die kinetische Beschreibung von Selektivitäten der Haupt- und Nebenreaktionen auf der Basis reaktionskinetischer Konstanten bestimmt die Umweltfreundlichkeit eines Prozesses</li> <li>• moderne Operando-Methoden ermöglichen die Aufstellung reaktionskinetischer Modelle</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse in Physikalischer Chemie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (120 min)</li> </ul>	

---

<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 4. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 1997</li><li>• P.W. Atkins, Physikalische Chemie, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2002</li><li>• Basiswissen Physikalische Chemie. 2. Auflage, Teubner 2010.</li></ul>
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie ( <a href="https://www.pci.uni-hannover.de/">https://www.pci.uni-hannover.de/</a> )
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Nadja-C. Bigall



## Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien

<b>Anorganische Chemie: Bindung - Struktur - Eigenschaften</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlkompetenzfeld: Anorganische Chemie der Nanomaterialien	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 96 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Anorganischen Chemie und deren Anwendung (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bindungsverhältnisse in anorganischen Festkörpern zu beschreiben und zu diskutieren.</li> <li>2. aus der Bandstruktur von Festkörpern die spektroskopische Eigenschaften und elektrischen Leitfähigkeitseigenschaften von anorganischen Festkörpern herzuleiten zu diskutieren.</li> <li>3. ein vertieftes Verständnis für die Strukturen von Metallen, intermetallischen Phasen und kovalent gebundenen Festkörpern zu entwickeln.</li> <li>4. besondere Bindungsverhältnisse in anorganischen Molekülverbindungen zu verstehen.</li> <li>5. fortgeschrittene Aspekte der Chemie von Hauptgruppenelementen zu beschreiben und zu diskutieren.</li> <li>6. spezielle Aspekte der anorganischen Koordinationschemie zu verstehen.</li> <li>7. Grundlegende Aspekte der bioanorganischen Chemie zu verstehen.</li> </ol>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Das Bändermodell zur Beschreibung der elektronischen Eigenschaften von Festkörpern wird auf Basis der Kristallorbitaltheorie abgeleitet. Darauf aufbauend werden die spektroskopischen Eigenschaften und die elektrischen Leitfähigkeitseigenschaften von anorganischen Festkörpern abgeleitet. Ebenso werden Feinheiten der Struktur von metallischen Festkörpern und intermetallischen Phasen und der Strukturchemie kovalent gebundener Festkörper hergeleitet. Ungewöhnliche Bindungszustände in Verbindungen der Hauptgruppenelemente werden besprochen, ebenso wie die von diesen gebildeten komplexeren Strukturen wie Ketten, Ringe oder Cluster. Grundzüge der Organometallchemie der Haupt- und Nebengruppenelemente werden behandelt, wiederum in Bezug auf die Bindungsverhältnisse. Fortgeschrittene Aspekte der Chemie der f-Elemente werden besprochen. Grundzüge der bioanorganischen Chemie der Haupt- und Nebengruppenelemente werden behandelt.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Theoretische Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (120 min)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Meyer, Janiak, Gudat, Alsfasser, Riedel. Moderne Anorganische Chemie. 2012 Müller, Anorganische Strukturchemie, 2008 Cox, The Electronic Structure And Chemistry Of Solids, 1987 Elschenbroich, Organometallchemie, 2008 Klapötke, Tornieporth-Oetting. Nichtmetallchemie.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Andreas Schneider , Prof. Dr. Franz Renz	

<b>Anorganische Materialchemie für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> Vorlesung: 6 LP Experimentelles Seminar: 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Vorlesung: Wahlpflichtmodul Anorganische Chemie der Nanomaterialien Experimentelles Seminar: Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: Vorlesung: 150 h Experimentelles Seminar: 90 h		Davon Präsenzzeit: Vorlesung: 120 h Experimentelles Seminar: 90 h  Davon Selbststudium: Vorlesung: 30 h Experimentelles Seminar: 0 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung vertiefter Kenntnisse zur anorganischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen von wichtigen anorganischen Materialien zu erläutern.</li> <li>• verschiedene Syntheseverfahren für die Herstellung von anorganischen Festkörpern und für die Präparation anorganischer Materialien im Hinblick auf ein gewünschtes Eigenschaftsprofil zu beurteilen und deren Vor- und Nachteile abzuwägen, unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie.</li> <li>• anspruchsvolle Synthesen anorganischer Materialien im Labor praktisch durchführen und zu erläutern, wie die Variation verschiedener Reaktionsparameter den Ausgang einer Reaktion beeinflusst, insbesondere hinsichtlich der Morphologie (Nanoteilchen, Pulver, Einkristall) des Reaktionsprodukts. Sie sind in der Lage, die Produkte mit geeigneten Methoden analytisch zu untersuchen.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls sind:  <i>Vorlesung Anorganische Materialchemie</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kap. I - Magnetische Materialien: Theorie des Magnetismus, Untersuchungsverfahren von magnetischem Verhalten, magnetische Materialklassen, Diamagnete, Paramagnete, Ferromagnete, Antiferromagnete, Ferrimagnete, Anwendungen von magnetischen Materialien, Datenspeicher, Spin-Valves, diluted magnetic semiconductors.</li> <li>• Kap. II - Funktionelle Materialien: Molekulare Schalter, Amphiphile, Tenside, Assoziationskolloide, Self-Assembly, Mizellen, Vesikel, Flüssigkristalle, Thermotrope Phasen.</li> <li>• Kap. III - Nanopartikel und Kolloide: Kolloidale Systeme, Oberflächenthemodynamik, Grenzflächenspannung, DLVO Theorie, Hamaker Konstante, geladene Oberflächen, Struktur und elektronisches System von Oberflächen, Oberflächenanalytik, Synthese von Nanokristallen, Größenquantisierungseffekte, plasmonische Effekte, Überstrukturen aus Nanopartikel, kooperative Effekte, photonische Materialien, Metamaterialien.</li> <li>• Kap - IV - Poröse Materialien: Mikroporöse Festkörper, Zeolithe, MOFs, COFs, Adsorptionsphänomene auf Oberflächen, Mesoporöse Materialien, Methoden zur Oberflächenmodifikation, Makroporöse Materialien, Aergele, Anodisch geätzte Alumina-Membranen.</li> </ul> <i>Seminar Anorganische Materialchemie:</i> Seminar werden aktuelle Publikationen in Vorträgen Studierenden vorgestellt und kritisch analysiert.	

	<p><i>Experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation</i></p> <p>Das Praktikum besteht aus zwei Teilen.</p> <p>Im ersten Teil werden anhand von festen Versuchsaufbauten verschiedene Substanzklassen und dazugehörige, fortgeschrittene Synthesemethoden erlernt oder vertieft. Im Allgemeinen werden Reihenversuche unter Variation einer oder mehrerer Reaktionsparameter durchgeführt, um so den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsführungen auf die Produkteigenschaften in systematischer Weise aufzuklären. Die in diversen Vorlesungen des Studiums behandelten Analytikmethoden kommen dabei zum Einsatz und die Ergebnisse müssen von den Studierenden ausgewertet werden.</p> <p>Im zweiten Teil des Praktikums werden Publikationen aus der aktuellen Literatur ausgewählt, die Studierende reproduzieren sollen. Die Probe wird im Anschluss überprüft, und falls ein anderes Ergebnis als in der Literatur angegeben wurde, dann werden die Ursachen diskutiert und ggf. der Versuch mit einer entsprechenden Anpassung wiederholt.</p> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <p>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken: Die Studierenden lernen, sich schnell in vorher unbekannte Themenbereiche einzuarbeiten und sich Informationen zu einem begrenzten Themengebiet selbständig anzueignen und dieses strukturiert aufzubereiten. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (5LP)</li> <li>• Seminar (1LP)</li> <li>• wahlweise experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation (4 LP)</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: Die bestandene Prüfung „Anorganische Chemie II“ wird vorausgesetzt. Empfohlene Vorkenntnisse: fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Seminar</li> <li>• Seminarvortrag</li> <li>• wahlweise experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart &amp; Moore: Einführung in die Festkörperchemie</li> <li>• U. Müller: Anorganische Strukturchemie</li> <li>• A.R. West: Grundlagen der Festkörperchemie</li> <li>• U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley VCH, 2004</li> <li>• Praktikumsskript Festkörpersynthese und Materialpräparation</li> </ul> <p>Weitere empfehlenswerte Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (<a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a>)</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Prof. Dr. Sebastian Polarz, Prof. Dr. Franz Renz, Dr. Andreas Schaate</p>

## Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik

<b>Lasermaterialbearbeitung</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 40 h	Davon Selbststudium: 110 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über das Spektrum der Lasertechnik in der Produktion sowie das Potential der Lasertechnik in zukünftigen Anwendungen. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen zum Einsatz von Lasersystemen sowie zur Wechselwirkung des Strahls mit unterschiedlichen Materialien einzuordnen.</li> <li>• notwendige physikalische Voraussetzungen zur Laserbearbeitung zu erkennen und hierfür spezifische Prozess-, Handhabungs- und Regelungstechnik auszuwählen.</li> <li>• die Grundlagen und aktuellen Anforderungen an die Lasertechnik in der Produktionstechnik zu erläutern.</li> <li>• die mittels Lasermaterialbearbeitung realisierbaren Prozessgrößen abzuschätzen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser und Systemtechnik</li> <li>• Laserbearbeitung von Metallen: Bohren, Schneiden, Schweißen, Härten</li> <li>• Laser in der Glasbearbeitung: Fügen, Formen, Bohren, Schneiden</li> <li>• Laser in der Mikrotechnik: Bohren, Strukturieren, Trennen - Laserprozesse in der Photovoltaikproduktion</li> <li>• Laserbearbeitung im Leichtbau</li> <li>• Marktsituation der Lasertechnik</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen Optik, Grundlagen Strahlquellen	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empfehlung erfolgt in der Vorlesung</li> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Vorlesungen und Übungen in den Räumen des Laser Zentrum Hannover e. V. (Labore/Versuchsfeld).	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Transport- und Automatisierungstechnik ( <a href="https://www.ita.uni-hannover.de/">https://www.ita.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer	

<b>Photonik für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse der nichtlinearen und integrierten Optik, können die entsprechend erforderlichen mathematischen Methoden selber anwenden, ein Teilgebiet eigenständig vertiefen, darüber in einem Vortrag referieren und eine anschließende Diskussion führen. Sie entwickeln so neben der Fachkompetenz auch ihre Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, dem Medieneinsatz und der Umsetzung von Fachwissen sowie ihre Präsentationstechniken und die Fähigkeit zur Diskussionsführung weiter.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenoptik</li> <li>• Licht als elektromagnetische Welle, Maxwellgleichungen</li> <li>• Licht an Grenzflächen</li> <li>• Polarisation</li> <li>• Optische Wellenleiter</li> <li>• Fourieroptik und Holografie</li> <li>• Gaußstrahlen und -pulse</li> <li>• Nichtlineare Optik und Pulspropagation</li> <li>• Absorption und Emission, Laser</li> <li>• Optische Kommunikation</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben (2 LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung (2 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics/Grundlagen der Photonik, Wiley-VCH</li> <li>• Reider, Photonik, Springer</li> <li>• Menzel, Photonik, Springer</li> <li>• Originalliteratur</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Boris Chichkov, Dr. Ulf Hinze	

<b>Kohärente Optik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 105 h
Davon Selbststudium: 135 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Kohärenten Optik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxwellgleichungen und EM Wellen</li> <li>• Wellenoptik, Matrixoptik (ABCD, Jones, Müller, Streu, Transfer...)</li> <li>• Gauss-Strahlen</li> <li>• Kohärenz: Eigenschaften und Messungen</li> <li>• Vielstrahlinterferenz: Resonatoren</li> <li>• Fourieroptik, Beugungstheorie</li> <li>• Licht-Materie-Wechselwirkung: Einstein-Modell</li> <li>• Kohärente optische Verstärker, Ratengleichungen, Laserdynamik</li> <li>• Lasertypen, Laserkomponenten, Laseranwendungen</li> <li>• Halbleiteroptik und -laser</li> <li>• Kurzpuls laser, modengekoppelte Laser, optischer Frequenzkamm</li> <li>• Anwendungen: Laserrauschen/-stabilisierung, Laserinterferometrie, Spektroskopie, ...</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausübungen</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner Verlag</li> <li>• Menzel, Photonik, Springer</li> <li>• Born/Wolf, Principles of Optics, Pergamon Press</li> <li>• Kneubühl/Sigrist, Laser, Teubner</li> <li>• Reider, Photonik, Springer</li> <li>• Yariv, Hecht, Siegmann</li> <li>• Originalliteratur</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Tanja Mehlstäubler, Prof. Dr. Piet O. Schmidt	

<b>Optische Schichten für Ingenieurwissenschaften</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Materialphysik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 50 h
Davon Selbststudium: 100 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik M.Sc. Optische Technologien		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Optical coatings can be considered as essential key-components in modern Photonics. For example, present laser sources, optical systems and products or even a major part of fundamental research could never be realized without optical coatings. In the course the fundamentals of coating design, production and characterization of functional layer systems will be presented.  Recent research areas of optical coating technology, especially in the fields of high precision industrial production and the optimization of coating systems for high power lasers will be introduced and discussed. The course offers a large variety of practical information on optical coatings, which may be of value for engineers and physicists heading towards a career in photonics.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General basis (applications, impact, and functional principle of optical coatings, state of the art in coatings for laser technology)</li> <li>• Theoretical fundamentals (compilation of formulae and consideration of fundamental phenomena, calculation of single layers and layer systems)</li> <li>• Production of optical components (substrates, coating materials and techniques, control of coating processes)</li> <li>• Optics characterization (measurement of optical transfer properties, optical losses: Total Scattering and absorption, laser induced damage thresholds of laser components, non-optical properties)</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Optik und Physik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausübungen</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zur Einführung in das Thema: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Macleod, H.A.: Thin Film Optical Filters, Fourth Edition, CRC Press 2010</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Three exercise sheets for homework, solution of exercises discussed during the course, major course assessment alternatively by colloquium, oral examination, or by written test Compulsory internship (1 CP) with a duration of approx. 16 hours. The internship can only be completed after successful completion of the examination. The internship includes a general introduction to technological aspects of optical thin-film production taking about 4 hours and a technical part. The technical part will usually be directed to the production of an exemplary layer system and its analysis. The internship can be completed in three short blocks of 4 hours each at the LZH.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Detlev Ristau	

<b>Physik der 2D Materialien für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Materialphysik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 45 h
Davon Selbststudium: 75 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen von verschiedenen 2D Materialien</li> <li>• Einarbeitung in Herstellungs- und Nanofabrikationsmethoden</li> <li>• Bedeutung von Magnetotransportphänomen wie z. B. der Quantum-Hall-Effekt in Graphen als Charakterisierungsmöglichkeit</li> <li>• Verständnis von 2D Materialien und ihre Heterostrukturen für technische Anwendungen</li> </ul> Fähigkeit zur selbstständigen Einarbeitung in aktuelle Entwicklungen	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Zweidimensionale (2D) Materialien sind Festkörper, die nur aus einer Lage von Atomen bestehen. Ihre physikalischen Eigenschaften hängen stark von der Anzahl der Atomlagen ab. Je nach Kombination verschiedener 2D Materialien lassen sich faszinierende Eigenschaften einstellen. Schwerpunkt dieser Vorlesung ist eine Übersicht über die elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften verschiedener zweidimensionaler (2D) Materialien. Im Mittelpunkt steht hierbei ihr bekanntester Vertreter, das Graphen, anhand dessen werden nicht nur physikalische Eigenschaften, sondern auch etablierte Methoden wie z. B. Exfoliation und die Herstellung von Heterostrukturen erläutert. <i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über die verschiedenen 2D Materialien</li> <li>• Herstellungsmethoden und Nanofabrikation von 2D Materialien</li> <li>• Unterschiede der elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften von Einzellagen, Mehrlagen und Heterostrukturen ausgewählter 2D Materialien</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik, Fortgeschrittene Festkörperphysik, Quantenstrukturbauelemente	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Avouris, T. F. Heinz, and T. Low, 2D Materials: Properties and Devices, Cambridge University Press</li> <li>• R. Gross and A. Marx, Festkörperphysik, De Gruyter Oldenbourg</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Lina Bockhorn, Prof. Dr. Rolf Haug	



<b>Physik der Solarzelle</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 60 h
Davon Selbststudium: 90 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der Photovoltaik und können diese selber anwenden. Photovoltaik stellt ein wichtiges Anwendungsgebiet der Nanotechnologie dar. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleitergrundlagen</li> <li>• optische Eigenschaften von Halbleitern</li> <li>• Transport von Elektronen und Löchern</li> <li>• Mechanismen der Ladungsträger-Rekombination</li> <li>• Herstellungsverfahren für Solarzellen</li> <li>• Charakterisierungsmethoden für Solarzellen</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen der Wirkungsgradverbesserung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzklausuren</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Würfel, „Physik der Solarzellen“ (Spektrum Akademischer Verlag, 2000)</li> <li>• A. Goetzberger, B. Voß, J. Knobloch, „Sonnenenergie: Photovoltaik“ (Teubner 1994)</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel	

## Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik

<b>Halbleitertechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 45 h Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Diese Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse der Prozesstechnologie für die Herstellung von integrierten Halbleiterbauelementen der Mikroelektronik. Die Studierenden lernen Einzelprozessschritte zur Herstellung von Si-basierten mikroelektronischen Bauelementen und Schaltungen sowie analytische und messtechnische Verfahren zur Untersuchung von mikroelektronischen Materialien und Bauelementen kennen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologietrends</li> <li>• Wafer-Herstellung</li> <li>• Technologische Prozesse</li> <li>• Dotieren, Diffusion, Ofenprozesse</li> <li>• Implantation</li> <li>• Oxidation</li> <li>• Schichtabscheidung</li> <li>• Epitaxie</li> <li>• Planarisieren</li> <li>• Lithografie</li> <li>• Nasschemie</li> <li>• Plasmaprozesse</li> <li>• Metrologie</li> <li>• Post-Fab-Verarbeitung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript (online)</li> <li>• B. Hoppe: Mikroelektronik, Teil 2 (Herstellungsprozesse für integrierte Schaltungen), Vogel-Fachbuchverlag, 1998, ISBN 8023 1588</li> <li>• Stephen A. Campbell: The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, Oxford University</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik ( <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">https://www.mbe.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Hans-Jörg Osten	

<b>Technologie integrierter Bauelemente</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Gegenwärtige mikroelektronische Schaltungen auf Silizium haben bereits Strukturmaße unter 100 nm. Die heutige Prozessgeneration enthält bereits mehr als eine Milliarde aktive Bauelemente. Diese Vorlesung behandelt spezielle und komplexe Probleme bei der Herstellung von integrierten Bauelementen auf Basis von Silizium. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, einfache Prozessabläufe zur Herstellung von nanoelektronischen Systemen selbst entwerfen zu können sowie komplexe Abläufe zu verstehen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufacturing</li> <li>• Ausbeutekontrolle</li> <li>• Isolationstechniken</li> <li>• Kontakte und Interconnects</li> <li>• einfache Prozessabläufe</li> <li>• ein komplexer CMOS-Ablauf im Detail</li> <li>• High-K Dielektrika</li> <li>• Grundlagen der Epitaxie/verspannte Schichten</li> <li>• heteroepitaktische Bauelemente</li> <li>• Lösungen durch modulare Integration</li> <li>• zukünftige Material- und Bauelementelösungen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Halbleitertechnologie, Bipolarbauelemente	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript (online)</li> <li>• B. Hoppe: Mikroelektronik, Teil 2 (Herstellungsprozesse für integrierte Schaltungen), Vogel-Fachbuchverlag, 1998</li> <li>• T. Giebel, Grundlagen der CMOS-Technologie, Teubner</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik ( <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">https://www.mbe.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Hans-Jörg Osten	

<b>Bipolarbauelemente</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Aufbauend auf der Vorlesung "Halbleiterelektronik" aus dem Bachelorstudium sollen vertiefte Kenntnisse der physikalischen Vorgänge in Halbleiterbauelementen und deren Funktionsmechanismen erworben werden. Auf Grund dieses Wissens sollen die statischen und dynamischen Eigenschaften der Bipolarbauelemente erarbeitet werden. Im Ergebnis sollen die Studierenden die wichtigsten wissenschaftlichen Kenntnisse erwerben, die einen Einstieg in die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Bauelemente der Mikroelektronik und der Nanoelektronik ermöglichen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Halbleiterelektronik</li> <li>• Bändermodell</li> <li>• Ladungsträger im Halbleiter</li> <li>• Stromtransportmechanismen</li> <li>• Generation und Rekombination von Ladungsträgern</li> <li>• pn-Diode – Aufbau und Funktionsprinzip der pn-Diode</li> <li>• Statisches und dynamisches Verhalten der pn-Diode</li> <li>• Anwendungen und spezielle Diodentypen</li> <li>• Metall-Halbleiter-Übergänge Ohmsche und Shottky-Kontakte</li> <li>• Bipolartransistoren – Aufbau und Funktionsprinzip</li> <li>• Modellierung des statischen und dynamischen Verhaltens von Bipolartransistoren</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Halbleiterbauelemente	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript: Hofmann, Bipolarbauelemente (Physik, Dioden, Bipolartransistor)</li> <li>• R.F. Pierret, Semiconductor Device Fundamentals, Addison-Wesley, 1996</li> <li>• R.S. Muller and T.I. Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley &amp; Sons, 2003</li> <li>• S.M. Sze and K.K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, Wiley-Interscience, 2007</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik ( <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">https://www.mbe.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Tobias Wietler	

Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik

<b>Nanoproduktionstechnik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> In dieser Vorlesung werden die grundlegenden Fertigungsverfahren zur Herstellung von Nanostrukturen und Nanobauteilen vorgestellt. Behandelt werden bottom-up- sowie top-down-Verfahren. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der einzelnen Verfahren zu identifizieren.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanostrukturierung</li> <li>• Nanobeschichtungstechniken</li> <li>• Kohlenstoffnanoröhrchen (Carbon Nanotubes, CNT)</li> <li>• Quantenpunkte</li> <li>• Nanopartikel</li> <li>• Herstellung und Anwendungen</li> <li>• Rastersondenverfahren</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mikro- und Nanotechnologie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Wird in der Vorlesung bekannt gegeben	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Ort und Zeit nach Vereinbarung bzw. Aushang im IMPT beachten, Blockveranstaltung	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik ( <a href="https://www.impt.uni-hannover.de/">https://www.impt.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

<b>Produktion optoelektronischer Systeme</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 40 h	Davon Selbststudium: 110 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über Prozesse und Anlagen, die bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen und Mikrosystemen eingesetzt werden. Der Fokus liegt auf dem "back-end process", also der Fertigung ab dem Vereinzeln von Wafern. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Begriffe optoelektronische Systeme, Waferherstellung, Front-End fachlich korrekt einzuordnen und die Fertigungsprozesse von Halbleiterbauelementen überblicksartig wiederzugeben.</li> <li>• ausgehend vom Rohstoff Sand die Fertigungsschritte inhaltlich zu erläutern sowie prozessrelevante Parameter abzuschätzen.</li> <li>• verschiedene Aufbau- und Verbindungstechniken grafisch zu veranschaulichen und physikalische Grundlagen der Verbindungstechnik zu erläutern.</li> <li>• unterschiedliche Gehäuseformen anwendungsbezogen auszuwählen und zu klassifizieren.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Waferfertigung und Strukturierung</li> <li>• mechanische Waferbearbeitung</li> <li>• mechanische Chipverbindungstechniken (Bonden, Mikroleben, Löten)</li> <li>• elektrische Kontaktierverfahren (Wire-, Flip-Chip-Bonding, TAB)</li> <li>• Gehäusebauformen der Halbleitertechnik</li> <li>• Testen und Markieren von Bauelementen</li> <li>• Aufbau und Herstellung von Schaltungsträgern</li> <li>• Leiterplattenbestückungs- und Löttechniken</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul> Weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Vorlesung, Übung und Prüfung werden in deutscher und englischer Sprache angeboten.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Transport- und Automatisierungstechnik ( <a href="https://www.ita.uni-hannover.de/">https://www.ita.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer	

<b>Aufbau- und Verbindungstechnik für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Ziel des Kurses ist die Vermittlung von Kenntnissen über Prozesse und Anlagen, die der Hausung von Bauelementen und der Verbindung von Komponenten dienen. Wesentlich ist die Beschreibung der Prozesse, die zu den Arbeitsbereichen Packaging, Oberflächenmontage von Komponenten und Chip-on-Board zu rechnen sind. Die Studierenden erhalten in diesem Kurs ein Verständnis für die unterschiedlichen Ansätze, die in der Aufbau- und Verbindungstechnik bei der Systemintegration von Mikro- und Nanobauteilen zum Einsatz kommen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der SMD-Technik</li> <li>• Verfahren der COB-Technik</li> <li>• Die-Bonden</li> <li>• Wire-Bonden (Thermosonic, Thermokompressions- und Ultraschallbonden)</li> <li>• Vergießen und Molden - Advanced Packaging</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reichl: Direkt-Montage, Springer-Verlag, 1998</li> <li>• Ning-Cheng Lee: Reflow Soldering Processes and Troubleshooting, Newnes 2001</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik ( <a href="https://www.impt.uni-hannover.de/">https://www.impt.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik

<b>Mikro- und Nanotechnik in der Biomedizin für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über den Einsatz von Mikro- und Nanosystemen in der Biomedizin. Dabei geht sie auf die Anforderungen und Aufgaben solcher Systeme sowie deren Einsatzgebiete in der Biomedizintechnik ein. Neben einem allgemeinen Überblick über die Einsatzfelder werden anwendungsspezifische Systemlösungen vorgestellt. Praktische Übungen ergänzen die Vorlesung. Die Studierenden lernen, mikro- und nanotechnologische Anwendungen und Systeme in der Biomedizintechnik zu verstehen und können diese näher erläutern.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomaterialien für Dünnschichten (metallische, keramische und polymere)</li> <li>• Biofunktionalität</li> <li>• biomedizinische Sensoren</li> <li>• Nanopartikel und medizinische Anwendungen</li> <li>• Implantate, Prothesen und künstliche Organe in Mikrotechnik</li> <li>• Werkzeuge der Biotechnologie</li> <li>• Gewebeverträglichkeit: Oberflächenimmobilisierung</li> <li>• Zellsortierung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mikro- und Nanotechnologie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> <li>• Onlinetest</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Blockvorlesung an drei Terminen	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik ( <a href="https://www.impt.uni-hannover.de/">https://www.impt.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	



<b>Sensoren in der Medizintechnik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen einen Überblick über die verschiedenen Sensorprinzipien und Messmethoden der Medizintechnik zur Erfassung physiologischer Größen erhalten. Einen Schwerpunkt bilden hier chemische und biochemische Sensoren. Die Studierenden sollen die oben genannten Messprinzipien verstehen, qualitativ und quantitativ analysieren und mit angepassten Methoden neue Messaufgaben lösen können.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Theoretische Grundlagen und Anwendungsbeispiele verschiedener Sensorprinzipien (physikalisch, halbleitend, optisch, chemisch und biochemisch) und Messmethoden der Medizintechnik: Körperkerntemperatur, Blutdruck, Puls, Herzzeitvolumen, Blutgasanalyse, Pulsoxymetrie, Glukose, Lactat, Biomarker, EKG, EEG, EMG, Kapnometrie, Atemgasdiagnostik.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Ein gutes Verständnis physikalisch-naturwissenschaftlicher Zusammenhänge ist hilfreich. Die Vorlesung "Sensorik und Nanosensoren - Messen nicht-elektrischer Größen" und das Labor "Sensorik - Messen nicht elektrischer Größen" sind empfehlenswerte Ergänzungen.	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausübung (1LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung (4 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Ggf. wird eine 1-tägige Exkursion zu Dräger, Lübeck, <a href="http://www.draeger.com">www.draeger.com</a> , angeboten.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

<b>Biomedizinische Technik für Ingenieure I</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 52 h	Davon Selbststudium: 98 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt die Grundlagen der Biomedizinischen Technik anhand einiger Verfahren und Medizinprodukte. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die anatomischen und physiologischen Grundlagen relevanter Gewebe und Organe zu erläutern.</li> <li>• grundlegende Stoffaustausch und -transportprozesse im Körper zu erläutern und ihre Grundprinzipien mathematisch zu beschreiben.</li> <li>• die Funktion medizintechnischer Geräte sowie Implantate zu erläutern sowie die Grundprozesse zu abstrahieren und mathematisch zu beschreiben.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie und Physiologie</li> <li>• Biointeraktion und Biokompatibilität</li> <li>• Blutströmungen</li> <li>• medizinische Geräte sowie Anwendungsfälle</li> <li>• Implantattechnik und Endoprothetik</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Hörsaalübung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mehrphasenprozesse ( <a href="https://www.imp.uni-hannover.de/">https://www.imp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Birgit Glasmacher	

## Wahlmodule

### Wahlmodul: Physik

<b>Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 105 h Davon Selbststudium: 135 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Nanotechnologie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristalle und Kristallstrukturen</li> <li>• Bindungskräfte in Festkörpern</li> <li>• Beugung und Streuung an Kristallstrukturen</li> <li>• Gitterschwingungen, Quantisierung, Phononen</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Festkörpern</li> <li>• Das freie Elektronengas</li> <li>• Energiebänder</li> <li>• Dynamik von Kristallelektronen</li> <li>• Halbleiterexperimentelle Methoden: Röntgenbeugung, Rastersonden- und Elektronenmikroskopie, Leitfähigkeit, Magnetowiderstand, Halleffekt, Quantenhalleffekt</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Gross und A. Marx, „Festkörperphysik“, De Gruyter</li> <li>• K. Kopitzki und P. Herzog, „Einführung in die Festkörperphysik“, SpringerSpektrum</li> <li>• N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, „Solid State Physics“, Oldenbourg</li> <li>• C. Kittel, „Introduction to Solid State Physics“, Wiley</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Ilja Gerhardt	

<b>Physik der Solarzelle</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 60 h
Davon Selbststudium: 90 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der Photovoltaik und können diese selber anwenden. Photovoltaik stellt ein wichtiges Anwendungsgebiet der Nanotechnologie dar. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleitergrundlagen</li> <li>• optische Eigenschaften von Halbleitern</li> <li>• Transport von Elektronen und Löchern</li> <li>• Mechanismen der Ladungsträger-Rekombination</li> <li>• Herstellungsverfahren für Solarzellen</li> <li>• Charakterisierungsmethoden für Solarzellen</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen der Wirkungsgradverbesserung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzklausuren</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Würfel, „Physik der Solarzellen“ (Spektrum Akademischer Verlag, 2000)</li> <li>• A. Goetzberger, B. Voß, J. Knobloch, „Sonnenenergie: Photovoltaik“ (Teubner 1994)</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel	

<b>Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 75 h		Davon Präsenzzeit: 45 h
Davon Selbststudium: 35 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik B.Sc. Technische Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden werden an die Grundlagen der Laser-Gewebe-Wechselwirkung herangeführt und lernen diese an klinisch relevanten Anwendungsbeispielen umzusetzen. In Tutorien und im Blockseminar (am Ende des Semesters) werden aktuelle Originalartikel erarbeitet und diskutiert.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasersysteme für den Einsatz in Medizin und Biologie</li> <li>• Strahlführungssysteme und optische medizinische Geräte</li> <li>• optische Eigenschaften von Gewebe</li> <li>• thermische Eigenschaften von Gewebe</li> <li>• photochemische Wechselwirkung</li> <li>• Vaporisation/Koagulation</li> <li>• Photoablation, Optoakustik</li> <li>• Photodisruption, nichtlineare Optik</li> <li>• Anwendungen in der Augenheilkunde, refraktive Chirurgie</li> <li>• Laser-basierte Diagnostik, optische Biopsie</li> <li>• optische Kohärenztomographie, Theragnostics</li> <li>• klinische Anwendungsbeispiele</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung „Grundlagen der Lasermedizin und Biophotonik“</li> <li>• Blockseminar</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Modul „Kohärente Optik“	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Vorlesung und Quiz (4 LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eichler, Seiler: "Lasertechnik in der Medizin." Springer-Verlag</li> <li>• Berlien: "Applied Laser Medicine"</li> <li>• Bille, Schlegel: Medizinische Physik. Bd. 2: Medizinische Strahlphysik, Springer</li> <li>• Welch, van Gemert: "Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue." Plenum Press</li> <li>• Originalliteratur</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Alexander Heisterkamp, apl. Prof. Dr. Holger Lubatschowski	

<b>Seminar zu Photonik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 62 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse der integrierten Optik, können die entsprechend erforderlichen mathematischen Methoden selber anwenden, ein Teilgebiet eigenständig vertiefen, darüber in einem Vortrag referieren und eine anschließende Diskussion führen. Sie entwickeln so neben der Fachkompetenz auch ihre Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, dem Medieneinsatz und der Umsetzung von Fachwissen sowie ihre Präsentationstechniken und die Fähigkeit zur Diskussionsführung weiter.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Photonik belegt werden.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarleistung (einschließlich Vortrag)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics/Grundlagen der Photonik, Wiley-VCH</li> <li>• Reider, Photonik, Springer</li> <li>• Menzel, Photonik, Springer</li> <li>• Originalliteratur</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Boris Chichkov	

<b>Nichtlineare Optik für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 90 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse der nichtlinearen Laseroptik und können die entsprechend erforderlichen mathematischen Methoden selber anwenden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nichtlineare optische Suszeptibilität</li> <li>• Kristalloptik, Tensoroptik</li> <li>• Wellengleichung mit nichtlinearen Quelltermen</li> <li>• Frequenzverdopplung, Summen-, Differenzfrequenzerzeugung</li> <li>• OPA/OPO</li> <li>• Phasenanpassungs-Schemata, Quasiphasenanpassung</li> <li>• Elektro-optischer Effekt</li> <li>• Frequenzverdreifachung, Kerr-Effekt, Clausius-Mosotti</li> <li>• nichtlineare Effekte durch Strahlungsdruck und thermische Ausdehnung</li> <li>• Raman-, Brillouinstreuung</li> <li>• Solitonen, gequetschte Pulse (Kerr squeezing)</li> <li>• nichtlineare Propagation</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Atom- und Molekülphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarvortrag</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrawal, Nonlinear Fiber optics, Academic Press</li> <li>• Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press</li> <li>• Shen, Nonlinear Optics, Wiley-Interscience</li> <li>• Dmitriev, Handbook of nonlinear crystals, Springer</li> <li>• Originalliteratur</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Uwe Morgner	

<b>Atom- und Molekülphysik für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5+3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 105 h
Davon Selbststudium: 135 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik B.Sc. Meteorologie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Atom- und Molekülphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung H-Atom</li> <li>• Atome in statischen elektrischen und magnetischen Feldern</li> <li>• Fein-/Hyperfeinstrukturen atomarer Zustände</li> <li>• Wechselwirkung mit dem EM Strahlungsfeld</li> <li>• Mehrelektronensysteme</li> <li>• Atomspektren/Spektroskopie</li> <li>• Vibration und Rotation von Molekülen</li> <li>• elektronische Struktur von Molekülen</li> <li>• Dissoziation und Ionisation von Molekülen</li> <li>• ausgewählte Experimente der modernen Atom- und Molekülphysik</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> <li>• Praktikum</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: Modulübergreifende Prüfung Experimentalphysik Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wahlweise Laborübung (3 LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung (5 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Mayer-Kuckuck, Atomphysik, Teubner, 1994</li> <li>• B. Bransden, C. Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Longman 1983</li> <li>• H. Haken, H. Wolf, Atom- und Quantenphysik sowie Molekülphysik und Quantenchemie, Springer</li> <li>• R. Loudon, The Quantum Theory of Light, OUP, 1973</li> <li>• W. Demtröder, Molekülphysik, Oldenbourg, 2003 ISBN: 3486249746</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Im Wahlmodul Master können die Vorlesung und das Praktikum getrennt voneinander zu 5 bzw. 3 LP belegt werden. Dabei kann das Praktikum nicht ohne die Vorlesung belegt werden.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Christian Ospelkaus, Prof. Dr. Silke Ospelkaus-Schwarzer	



<b>Physics of Life</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 2 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 30 h	Davon Selbststudium: 30 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Vorlesung richtet sich an alle Studierenden, die Interesse an der Schnittstelle zwischen Physik, Biologie und Medizin haben. Die klassischen Disziplinen (Physik, Chemie) werden durch interdisziplinäre Forschung zunehmend mit den Lebenswissenschaften verbunden. Das erfordert, über den Tellerrand der einzelnen Disziplinen zu schauen. Diese Spezialvorlesung bietet einen Einblick in die Physik lebendiger Materie und stellt existierende und zukünftige interdisziplinäre Forschungsziele dar.  This lecture is devoted to all students who are interested in the interface between physics, biology and medicine. The classical disciplines (physics, chemistry) are increasingly linked to life sciences in interdisciplinary research projects. This requires to think outside of the box and see the bigger picture. This special lecture provides insights in the physics of living matter and presents existing and future interdisciplinary fields of science.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalischer Ursprung von Universum, Erde und Leben</li> <li>• Proteine und Aminosäuren, DNA, Gene</li> <li>• Physik lebender Zellen</li> <li>• Zellspezialisierung und Gewebe</li> <li>• Physik komplexer Zellverbände, Organe und Gehirn</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagenvorlesungen Physik und Chemie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme und Präsentation</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarvortrag mit anschließender wissenschaftlicher Diskussion</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ude, Koch, Die Zelle: Atlas der Ultrastruktur, Spektrum Akademischer Verlag</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Boris Chichkov	

<b>Proseminar Biophotonik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- oder Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 30 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Der Fokus des Proseminars liegt auf Anwendungen optischer Technologien, Methoden und Verfahren in den Lebenswissenschaften. Die Studierenden erarbeiten sowohl die grundlegenden Zusammenhänge als auch deren Einsatz in konkreten Anwendungen. Typische Anwendungsgebiete sind beispielsweise optische Mikroskopie- und Bildgebungsverfahren für die medizinische Diagnostik oder etwa die (Präzisions-)Laserspektroskopie für die Untersuchung der Funktionalität von Biomolekülen und deren molekulare Analytik. Eine zentrale Rolle kommt hierbei modernen optischen Methoden für lab-on-a-chip und point-of-care Anwendungen sowie faseroptischen oder integrierten Laserverfahren für Screening-Anwendungen zu.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Grundlagen</li> <li>• optische Elemente / Messtechniken</li> <li>• physikalische Grundkenntnisse in der Optik und Laserphysik</li> <li>• Grundkenntnisse in Anwendungen von Lasern</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> keine	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Hannoversches Zentrum für Optische Technologien HOT ( <a href="https://www.hot.uni-hannover.de/">https://www.hot.uni-hannover.de/</a> ) und Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.iqo.uni-hannover.de/">https://www.iqo.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Bernhard Roth, Prof. Dr. Uwe Morgner, PD Dr. Merve Wollweber	

<b>Fortgeschrittene Festkörperphysik</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 90 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Modelle und experimenteller Befunde auf dem Gebiet der Festkörperphysik. Sie können ausgewählte Phänomene eigenständig einordnen und geeignete Modelle zu ihrer Erläuterung entwickeln. Sie kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von den aktuellen ungelösten Fragestellungen. Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supraleitung</li> <li>• Dia- und Paramagnetismus</li> <li>• Ferro- und Antiferromagnetismus</li> <li>• magnetische Resonanz</li> <li>• endliche Festkörper</li> <li>• Physik in einer und zwei Dimensionen, an Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Unordnung im Festkörper: Defekte, Legierungen, Gläser</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurztest und/oder Übungsaufgaben</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche oder schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ashcroft, Mermin, Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag</li> <li>• Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Fei Ding	

<b>Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und -verarbeitung mit LabView</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 60 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Die Studierenden erlernen experimentelle Methoden der computergestützten elektronischen Messdatenerfassung sowie die Weiterverarbeitung dieser Daten mit der grafischen Programmierumgebung LabView, die vielfach in Forschung und Industrie eingesetzt wird. Sie können die physikalischen Funktionsprinzipien der verwendeten Sensoren erklären und sind in der Lage, damit messtechnische Aufgabenstellungen selbständig zu lösen, die Daten mit dem Computer weiterzuverarbeiten und die Unsicherheit der Ergebnisse zu analysieren.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Programmierung in LabView</li> <li>• Grundlagen der elektronischen Messdatenerfassung mit LabView</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Funktionsweise ausgewählter Sensoren</li> <li>• Grundlagen der systematischen Betrachtung von Messunsicherheiten</li> <li>• Begleitende Versuche zu den Vorlesungsinhalten</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesungen Mechanik und Relativität sowie Elektrizität	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Kurzklausuren oder Hausübungen</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche oder schriftliche Prüfung</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Georgi, P. Hohl, Einführung in LabView, Hanser-Verlag</li> <li>• W. Demtröder, Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme, Springer Verlag</li> <li>• W. Demtröder, Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik, Springer Verlag</li> <li>• E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst, Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Teilnehmerzahlbegrenzung: 20 TeilnehmerInnen, Anmeldung über Stud.IP erforderlich	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Carsten Schinke	

<b>Introduction to Nanophysics</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 10 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 300 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 216 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Diese Vorlesung zielt auf eine fundierte Grundkenntnis der technologischen Prozesse in der Nano-Welt ab. Nanomaterialien haben in viele Forschungsbereichen zu neuen Forschungsfeldern geführt. In dieser Vorlesung lernen die Studierenden die modernen Herstellungs- und Charakterisierungstechnologien für Nanomaterialien sowie deren Einsatz in der Nanotechnologie und Quantenoptik kennen.  This lecture aims at a strong basic knowledge of the technological processes within the nano-scale world. Nanomaterials have led to new research areas in many research fields. In this lecture the students will gain a good understanding of the modern fabrication and characterization technologies for nanomaterials as well as their implementation in nanotechnology and quantum optics.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Characterization at the nanoscale</li> <li>• Fabrication at the nanoscale</li> <li>• Energy storage with nano-materials</li> <li>• Semiconductors nanomaterials and devices</li> <li>• Optics at the nanoscale: Semiconductor nano- and quantum photonics</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Solid State Physics, Optics, Quantum Mechanics	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsaufgaben, Vorträge</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche oder schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> In den Vorlesungsnotizen vom Dozenten	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Fei Ding, Prof. Dr. Lin Zhang	

<b>Laborpraktikum Optical Characterization of Nanostructures</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 2 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 32 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  In this class, the student will acquire a basic understanding about the importance of optics in the research field on the solid state physics, which would become a cornerstone for student to take up the relevant research or production work regarding the optics and material in the future.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  In the development of the material science, the photoluminescence characterization is an essential tool which can help the researchers to obtain a lot of material characteristics information. Based on the aim to guide student to learn about the optics application in material study, we design the lab class for semiconductor quantum dot characterization.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Praktikum</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Ergänzung zur Lehrveranstaltung "Introduction to Nanophysics"	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>attendance</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> Wird im Praktikum bekannt gegeben	
7	<b>Weitere Angaben</b> keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Fei Ding	

<b>Laborpraktikum Growth and Characterization of Nanostructures</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 2 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 32 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  This Laborpraktikum "Growth and Characterization of Nanostructures" offers students at the Master level an opportunity to experiment the steps of nanostructures growth process using the molecular beam epitaxy (MBE) technique.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  During the Laborpraktikum the students will learn the difficulties related to the fabrication of nanostructures. After an introduction in the working environment (clean room and ultra-high-vacuum) they will be involved in the entire growth process. In-situ characterization of the grown layer will be performed by reflection high energy electron diffraction (RHEED). The nanostructure thickness and morphology will be cross-checked ex-situ by other analytical methods like ellipsometry, SEM and AFM.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> • Praktikum	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Ergänzung zur Lehrveranstaltung "Introduction to Nanophysics"	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> • attendance	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> • keine	
6	<b>Literatur</b> Wird im Praktikum bekannt gegeben	
7	<b>Weitere Angaben</b> keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Fei Ding	

<b>Energy Storage materials and devices</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 78 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction (energy crisis, different types of energy storage devices)</li> <li>• Review of Introduction to Nanophysics (basic knowledge about materials characterization and device fabrication)</li> <li>• Pumped hydro, thermal, gravity, solar energy</li> <li>• Batteries and capacitors <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introduction to electrochemical energy storage devices</li> <li>○ Lithium ion battery</li> <li>○ Lithium sulphur battery</li> <li>○ Lithium air battery</li> <li>○ Other emerging technologies</li> <li>○ Super-capacitor</li> </ul> </li> <li>• Outlook (micro-batteries, on-chip integration, etc)</li> </ul> <p>For practical training, the students are encouraged to visit the laboratory courses in close relation to the topics covered by the lecture</p>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Students are encouraged to participate the lecture "Introduction to Nanophysics" in the summer semesters.	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• attendance</li> <li>• presentations</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• written or oral exam</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Important literatures will be announced at the beginning of the lecture	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Lin Zhang	



<b>Laborpraktikum Nanomaterials in energy storage devices</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 2 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- oder Sommersemester	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 32 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  The students go through all the steps from the raw materials to a functioning battery.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparation of a slurry consisting of binder, additives and active material.</li> <li>• Making electrodes.</li> <li>• Using these electrodes and assembling batteries.</li> <li>• Electrochemical tests of the batteries (CV, long-term charge / discharge, EIS).</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• attendance</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Wird im Praktikum bekannt gegeben	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Lin Zhang	

<b>Seminar Chemie und Physik der Nanostrukturen</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b>
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 24 h
Davon Selbststudium: 96 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erfahrung mit der Aufarbeitung englischsprachiger Originalveröffentlichungen zu aktuellen Forschungsthematiken aus dem Bereich der Chemie und Physik von Nanostrukturen</li> <li>Beherrschung von Techniken zur Präsentation eines Vortrages</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Die Studierenden können aus einer Auswahl an aktuellen Themen zur Chemie und Physik von Nanostrukturen ein Thema auswählen. Zum jeweiligen Thema werden etwa 4 - 5 aktuelle Originalveröffentlichungen, die typischerweise englischsprachig sind, vorgegeben. Die Studierenden sollen dann mithilfe dieser Veröffentlichungen und weiterer selbst zu findenden Veröffentlichungen sich vertieft in das Thema einarbeiten. In einem ca. 45-minütigen Vortrag sollen sie dann das Thema in angemessener, wissenschaftlichen Form präsentieren. Hierbei wird sowohl auf das Beherrschen geeigneter Präsentationstechniken als auch auf das vertiefte Verständnis der jeweiligen Thematik geachtet.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Seminar</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: B.Sc. in Nanotechnologie oder Physik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilnahme und Präsentation</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> In den Vorlesungsnotizen vom Dozenten	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Rolf J. Haug	

<b>Fracture of Materials and Fracture Mechanics</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 180h   Davon Präsenzzeit: 50h   Davon Selbststudium: 130h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Graduates at the end of this course should be familiar with the physical and mechanical model and definition of fracture problems especially in linear elastic fracture mechanics. They will be qualified for the problem identification of fractures, model setup and computational of materials with fracture. At the end of the course, the students are expected to be able to select the appropriate criteria and model in analyzing engineering fracture problems, and understand the validity and limits of their results. They shall be experienced on understanding and discussing the state of the art literature in the engineering fracture mechanics and on the defense of their findings by an oral presentation of a selected problem.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdution: Review of the history of materials failure and fracture mechanics including historial cases and state of the art</li> <li>2. Fracutre modes and characteristics: mode I, II and III cracks</li> <li>3. Brittle and ductile fractures in different materials</li> <li>4. Characterization of fracture toughness</li> <li>5. Solution of elastic stress around the crack tip: Kolosov-Muskhelishvili formulus and Westergaard solution</li> <li>6. Stress intensity factor in 2D and 3D problems and crack handbook</li> <li>7. Computation of Stress intensity factor: J-integral and a general Eshelby's energy momentum tensor for crack enegy release</li> <li>8. Computational methods for fractue modelling: meshless methods, XFEM and peridynamics and commercial software for fracture modelling</li> <li>9. Computational methods for fracture modelling</li> </ol> <p>Students are also guided by practical exercises in the computer lab, assigning also specific projects to be solved through the implementation of numerical codes. The codes will be written in Mathematical/Matlab language at the continuum level and in Matlab language when FE discretization are needed. A introduction and examples to using commerical software such as ABAQUS for crack modelling will be demonstrated.</p>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Prior Knowledge: Student should have learned one of the following courses: Engineering Mechanics; Continuum Mechanics; Solid Mechanics	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examination: Semester project and oral presentations (H+M)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "Extended finite element and meshfree methods", Paperback ISBN: 9780128141069, eBook ISBN: 9780128141076, Imprint: Academic Press, Published Date: 13th November 2019</li> <li>• More text books will be recommended.</li> <li>• The script of the course will be uploaded online for download.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik, Chair of Computational Science and Simulation Technology	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Ph. D. Xiaoying Zhuang	

<b>Einführung in die Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Englisch/Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 40 h	Davon Selbststudium: 110 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie; M.Sc. Technische Physik; M.Sc. Maschinenbau; M.Sc. Computational Methods in Engineering		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Viele Phänomene in Materialien und Systemen finden gleichzeitig oder nacheinander auf mehreren Längenskalen statt und besitzen „Multiskalen“-Natur. Der Multiskalen-Modellierungsansatz besteht darin, Probleme zu lösen, die wichtige Merkmale auf mehreren Skalen zeitlicher (Zeit) und/oder räumlicher Eigenschaften aufweisen, während die Multiphysik-Modellierung darin besteht, verschiedene physikalische Felder zu koppeln, die von zugrunde liegenden physikalischen Regeln bestimmt werden, indem spezifische und geeignete gekoppelte Löser verwendet werden. Hinter der Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung stehen das theoretische Modell, numerische Ansätze und die Computerimplementierung.</p> <p>Es werden die grundlegenden Konzepte, Theorien, Rechenmethoden sowie Anwendungen der Multiskalen- und Multiphysikmodellierung vom atomistischen Modell, mikroskaligen Modell, mesoskaligen Modell bis hin zum Kontinuumsmodell vorgestellt. Auf diesen Skalen werden verschiedene Felder wie elektrische, magnetische, thermische, mechanische oder Fluidfelder zwischen zwei oder mehr Feldern gekoppelt.</p> <p>Das passende wahlweise Modul Laborpraktikum Software für Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung wird empfohlen.</p>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Überblick über die Klassifikation von Multiskalen- und Multiphysikproblemen und Stand der Technik</li> <li>• Multiskalenmodellierungstheorie und analytische Ansätze</li> <li>• Konzept des repräsentativen Volumenelements</li> <li>• Rechnerisches hierarchisches Mehrskalungsverfahren</li> <li>• Computational concurrent/semi-concurrent Multiscale Methoden</li> <li>• Multiphysik-Modell und einige Arten von maßgeblichen Gleichungen</li> <li>• Lösungen für Mehrfeldprobleme</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> <li>• Wahlweise wird das Modul Laborpraktikum Software für Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung empfohlen.</li> </ul>	
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Atom- und Molekülphysik; Numerische Methode für die Lösung von PDEs</p>	
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Bericht oder Mündliche Prüfungen</li> </ul>	
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Empfehlung von Büchern und Zeitschriftenartikeln</li> </ul>	
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p>	
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Photonics (<a href="http://www.iop.uni-hannover.de">www.iop.uni-hannover.de</a>)</p>	
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Prof. Dr. Xiaoying Zhuang</p>	

<b>Laborpraktikum Software für Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 2 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Englisch/Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 68 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 40 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie; M.Sc. Technische Physik; M.Sc. Maschinenbau; M.Sc. Computational Methods in Engineering		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Dies ist ein passender Software-Praxiskurs für die Einführung in die Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung. In diesem Kurs werden die Studenten in die Verwendung kommerzieller Software und Open-Source-Code wie LAMMPS, COMSOL, FEniCS und Matlab-Software zur Codierung von Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung eingeführt.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es werden praktische Übungen im Computerraum angeleitet und Beispiele durch die Umsetzung von Zahlencodes gelöst.</li> <li>• Software wird für die atomistische Skala und die Kontinuumsebene verwendet. Eine Einführung und Beispiele zur Verwendung von Software und Lehrcode werden demonstriert.</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborpraktikum</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: empfehlende Kurs „Einführung in die Multiskalen und Multiphysik Modellierung“	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfungen</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachspezifische Empfehlung von Büchern und Zeitschriftenartikeln</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Photonics ( <a href="http://www.iop.uni-hannover.de">www.iop.uni-hannover.de</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Xiaoying Zhuang	

<b>Atomoptik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Physik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Nanotechnologie; M.Sc. Physik; M.Sc. Technische Physik		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden kennen Modelle der Atom-Licht Wechselwirkung können Strahlungsdruckkräfte sowie deren Anwendung auf die Laserkühlung diskutieren. Sie sind vertraut mit Teilchenfallen für neutrale Atome und Ionen. Das Konzept der Kühlung durch Evaporation ist bekannt und kann in Beziehung gesetzt werden zur Erzeugung von Bose-Einstein-Kondensaten und ultrakalten Fermi-Gasen; in diesem Zusammenhang sind auch fundamentale Experimente zu Eigenschaften dieser Systeme bekannt.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom-Licht Wechselwirkung</li> <li>• Strahlungsdruckkräfte</li> <li>• Atom- und Ionenfallen</li> <li>• Kühlung durch Evaporation</li> <li>• Bose-Einstein-Kondensation</li> <li>• Ultrakalte Fermi-Gase</li> <li>• Experimente mit ultrakalten und entarteten Quantengasen</li> <li>• Atome in optischen und periodischen Gittern</li> <li>• Atominterferometrie und Frequenzstandards</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Atom und Molekülphysik; Quantenoptik	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Bransden, C. Joachain, „Physics of Atoms and Molecules“ Longman 1983</li> <li>• R. Loudon, „The Quantum Theory of Light“ OUP, 1973</li> <li>• Aktuelle Publikationen</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Christian Ospelkaus, Prof. Dr. Silke Ospelkaus-Schwarzer	

Wahlmodul: Maschinenbau

<b>Biokompatible Werkstoffe</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 32 h Davon Selbststudium: 118 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Vorlesung Biokompatible Werkstoffe gibt einen grundlegenden Überblick über die derzeit in der Medizin eingesetzten Implantatmaterialien. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• werkstoffkundliche Grundlagen der verwendeten Materialien und ihre Wechselwirkungen mit anderen implantierten Werkstoffen erläutern.</li> <li>• den Einfluss metallischer Implantate auf das Gewebe schildern.</li> <li>• Schadensfälle von Endoprothesen einordnen und bewerten.</li> <li>• detaillierte Inhalte insbesondere hinsichtlich der Werkstoffklassen Metalle, Polymere und Keramiken sowie deren herstelltechnische bzw. verwendungsspezifische Besonderheiten beurteilen, wobei sowohl resorbierbare als auch permanente Implantatanwendungen berücksichtigt werden.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung</li> <li>• der Einfluss metallischer Implantate auf das Gewebe</li> <li>• Korrosion und Verschleiß</li> <li>• Titanwerkstoffe</li> <li>• Additive Fertigung in der Implantattechnik</li> <li>• Endoprothesen-Implantationen und Schadensfälle</li> <li>• Magnesiumwerkstoffe</li> <li>• Polymere</li> <li>• keramische Werkstoffe</li> <li>• rostfreier Stahl, Eisen, CoCrMo</li> <li>• Beschichtungen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Hörsaalübung</li> <li>• Labor</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I und II	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdruck</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr.-Ing. Christian Klose	

<b>Optische Analytik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Lehrveranstaltung behandelt verschiedene optische Analyseverfahren und physikalische Methoden zur Charakterisierung von optischen Komponenten. Ausgehend von den physikalischen Grundlagen werden die Analyseverfahren in ihrer Funktion, ihren sinnvollen Einsatzmöglichkeiten und ihren Grenzen erläutert. Einsatzbeispiele und praktische Demonstrationen vertiefen dabei das Verständnis. Die Studierenden sollen so in die Lage versetzt werden, bei sich stellenden Analyseaufgaben die sinnvollen Verfahren zu wählen und die Messergebnisse interpretieren zu können.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen</li> <li>• Optik</li> <li>• Mikroskopische Verfahren (verschiedene Licht-, Laser-, Rasterelektronen- und Transmissionselektronenmikroskope, Mikrosonden, etc.)</li> <li>• Praktische Vorführungen</li> <li>• Technische Realisierung</li> <li>• Interpretation der Messergebnisse</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eugene Hecht: Optik, Oldenbourg Verlag München</li> <li>• Heinz Haferkorn: Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen, WILEY-VCH</li> <li>• F. Pedrotti et al.: Optik für Ingenieure, Springer.</li> <li>• L. Bergmann / C. Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 3: Optik "Wellen- und Teilchenoptik"</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr.-Ing. Torsten Heidenblut	



<b>Thermodynamik I (für Maschinenbauer)</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau (7 LP)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben Kenntnisse zur Einteilung und Abgrenzung von verschiedenen Energieformen und können thermische Prozesse und Prozesse der Energie- und Stoffumwandlung berechnen und bewerten.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Der 1. Hauptsatz (HS) der Thermodynamik formuliert das Prinzip der Energieerhaltung und bereitet den Rahmen für Energiebilanz-Gleichungen. Somit werden zunächst unterschiedliche Energieformen, Bilanzräume und Bilanzarten eingeführt, um quantitative Rechnungen auf Basis des 1.HS für offene und geschlossene Systeme durchführen zu können. Der 2.HS führt den Begriff der Entropie ein, mit dem die verschiedenen Erscheinungsformen der Energie bewertet werden können. Die Entropie ist - im Gegensatz zur Energie - keine Erhaltungsgröße; sie kann z. B. durch Lagerreibung oder Strömungsturbulenzen (also Dissipation von Energie) erzeugt werden. Die Größe der Entropieerzeugung, die über den 2.HS aus einer Entropiebilanz berechnet werden kann, ist ein Gütekriterium des betrachteten Prozesses. Die Anwendung von Bilanzgleichungen wird an einfachen ersten Beispielen dargestellt, wozu auch einfache Modelle zur Berechnung von Stoffeigenschaften eingeführt werden.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Hörsaalübung</li> <li>• Gruppenübung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H.D. Baehr / S. Kabelac: Thermodynamik, 15. Aufl. Springer 2012</li> <li>• H.D. Baehr / S. Kabelac: Thermodynamik, 14. Aufl. Springer 2009</li> <li>• P. Stephan / K. Schaber / K. Stephan / F. Mayinger: Thermodynamik-Grundlagen und technische Anwendungen, 16. Aufl. Spring</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Thermodynamik ( <a href="https://www.ift.uni-hannover.de/">https://www.ift.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stephan Kabelac	

<b>Biomedizinische Technik für Ingenieure II</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt spezifische Kenntnisse über medizintechnische Geräte und Systeme zur Diagnose und Therapie von Krankheitsbildern. Nach erfolgreicher Absolvierung sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsprinzipien von Diagnose- und Therapiesystem zu erläutern.</li> <li>• eine anwendungsbezogene Auswahl der geeigneten Verfahren zu treffen.</li> <li>• Optimierungspotential aktueller Systeme zu erkennen.</li> <li>• Konzepte für neuartige Systeme zu erarbeiten.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geschichtliche Entwicklung der biomedizinischen Technik</li> <li>• Funktionsweisen diagnostischer Geräte wie EKG, EEG, EMG, Ultraschall, CT und Röntgen</li> <li>• Therapieverfahren wie Herzunterstützungssysteme</li> <li>• Herstellungsverfahren</li> <li>• aktuelle Entwicklungen und Innovationen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Biomedizinische Technik für Ingenieure I	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik: Morgenstern U., Kraft M.: Band 1 - Biomedizinische Technik - Faszination, Einführung, Überblick. Berlin, Boston: De Gruyter, 2014. ISBN 978-3-11-025218-7</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Die Vorlesung beinhaltet eine verpflichtende praktische Übung. In deren Rahmen werden, aufbauend auf einem Anforderungsprofil und Herstellungskonzept, Implantatprototypen hergestellt. Der Herstellungsprozess wird anschließend qualitativ bewertet.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mehrphasenprozesse ( <a href="https://www.imp.uni-hannover.de/">https://www.imp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Birgit Glasmacher	

<b>Optical Measurement Technology (Optische Messtechnik)</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 58 h
Davon Selbststudium: 92 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Das Modul vermittelt Grundlagen und Messverfahren in der optischen Messtechnik. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die strahlen- und wellenoptischen Grundlagen kompetent darzustellen.</li> <li>• die in der optischen Messtechnik eingesetzten Verfahren und typische Einsatzgebiete fachlich korrekt einzuordnen.</li> <li>• die typischen Mess- und Charakterisierungstechniken detailliert zu beschreiben.</li> <li>• Methoden zur optischen Charakterisierung und Kalibrierung in der optischen Messtechnik zu verstehen.</li> <li>• die in der Messtechnik häufig verwendeten optischen Bauelemente und ihre Funktion detailliert zu bewerten.</li> <li>• neue Konzepte zu optischen Messtechnik-Aufgaben auszuarbeiten.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlen- und wellenoptische Grundlagen</li> <li>• optische Messverfahren zur Topographie-, Abstands-, Schwingungs- und Verformungsmessung</li> <li>• faseroptische Sensor-Konzepte</li> <li>• Interferometrie, Holographie, Laser Doppler Vibrometrie</li> <li>• Konfokale Mikroskopie, optische Kohärenztomographie und Nahfeldmikroskopie</li> <li>• Methoden zur optischen Charakterisierung und Kalibrierung</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Messtechnik I	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Born, Wolf. Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light</li> <li>• Demtröder: Experimentalphysik; Saleh, Teich: Grundlagen der Photonik</li> <li>• Lauterborn, Kurz: Coherent Optics</li> <li>• Goodman: Introduction to Fourier Optic</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mess- und Regelungstechnik ( <a href="https://www.imr.uni-hannover.de/">https://www.imr.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Eduard Reithmeier, M.Sc. Lenart Hinz	

<b>Qualitätsmanagement</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 32 h
Davon Selbststudium: 118 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Nanotechnologie B.Sc. Maschinenbau M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt Grundlagen- und -gedanken des modernen Qualitätsmanagements sowie die Anwendung von Qualitätswerkzeugen und -methoden für alle Phasen des Produktmanagements. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die unterschiedlichen Definitionen Philosophien von Qualitätsmanagement zu erläutern und voneinander abzugrenzen.</li> <li>• die Werkzeuge und Methoden des Qualitätsmanagements situativ und zielgerichtet anzuwenden.</li> <li>• Herausforderungen zu antizipieren, die aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher Fachbereiche bei der Anwendung komplexer Qualitätswerkzeuge und -methoden resultieren.</li> <li>• grundlegende Konzepte für Qualitätsmanagementsysteme auszuarbeiten und auf Basis der zugrundeliegenden Normen zu bewerten.</li> <li>• die Auswirkungen unzureichender Qualität in Produktionsbetrieben einzuschätzen.</li> </ul> Dabei sind sie in der Lage den Einfluss von Aspekten wie Zeit, Kosten und Recht einzuordnen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte des Qualitätsmanagements</li> <li>• statistische Grundlagen für das Qualitätsmanagement</li> <li>• Werkzeuge (Q7, K7, M7) und Methoden (u.a. QFD, FMEA, SPC, DoE) des Qualitätsmanagements</li> <li>• QM-Systeme nach DIN EN ISO 9000ff</li> <li>• Total Quality Management (TQM)</li> <li>• Qualität und Recht</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Blockveranstaltung	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Schlüsselkompetenzen ( <a href="https://www.sk.uni-hannover.de/">https://www.sk.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena	

<b>Implantologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 22 h	Davon Selbststudium: 98 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt umfassende Kenntnisse über die unterschiedlichen Anwendungsgebiete von Implantaten sowie deren spezifische Anforderungen hinsichtlich Funktion und Einsatzort. Die Studierenden sind nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• typische Implantate, deren Design und Funktion in Abhängigkeit der Anwendung zu beschreiben.</li> <li>• aktuelle Herausforderungen in den jeweiligen Anwendungen zu erkennen.</li> <li>• Strategien zur Optimierung bestehender Implantate zu erarbeiten.</li> <li>• die Prozesse zur klinischen Prüfung und Zulassung von Implantaten zu beschreiben.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantate für unterschiedliche Anwendungsgebiete</li> <li>• Silikonimplantate</li> <li>• periphere Nervenregeneration und -stimulation</li> <li>• zahnärztliche Implantologie und Biomedizintechnik</li> <li>• das Cochlea-Implantat</li> <li>• Kunstherzen (Ventricular Assist Devices)</li> <li>• Strategien zum Gefäßersatz</li> <li>• Knochenimplantate in Unfallchirurgie und Orthopädie</li> <li>• Implantation der Augenheilkunde</li> <li>• Nanopartikel in der Lunge</li> <li>• klinische Prüfung als Teil der Implantatentwicklung</li> <li>• Stammzellen für Ingenieure</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Biokompatible Werkstoffe, Biomedizinische Verfahrenstechnik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Im Rahmen der Übung werden OP-Besuche bei den beteiligten Kliniken und praktische Demonstrationen angeboten.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mehrphasenprozesse ( <a href="https://www.imp.uni-hannover.de/">https://www.imp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Birgit Glasmacher	

<b>Laser in der Biomedizintechnik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Einführung in Laseranwendungen in der Biomedizintechnik, insbesondere anhand von Beispielen aus der Forschung und der industriellen Praxis. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Kurses und der Praxisübungen/Tutorien sollen in die Lage versetzt werden, eine geeignete Lasermethode zur Lösung einer (bio-) medizinischen Problemstellung auszuwählen und anzuwenden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Der Kurs befasst sich mit der Lasermaterialbearbeitung in der Biomedizintechnik. Dazu gehört das Laserschneiden und Laserschweißen von Medizinprodukten, sowie das Laserstrukturieren von Implantatoberflächen. Weiter werden Formgedächtnis-Mikroimplantate und Lasergenerierte Nanopartikel zur Zellmarkierung besprochen sowie Bioaktive Katheter aus Lasergenerierten Nanokompositen.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Werden in der Vorlesung sowie im Skript erwähnt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Kaierle	

<b>Biophotonik – Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Die besonderen Herausforderungen, Möglichkeiten und Anwendungen der Verfahren der Biophotonik wurden detailliert thematisiert. Die Studierenden sind in der Lage, diese Verfahren zur Manipulation und Darstellung biologischer Zellen mittels Lasersystemen zu beschreiben und anwendungsspezifisch auszuwählen.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  Die Vorlesung stellt moderne Mikroskopiemethoden, 3D Bildgebung und die gezielte Manipulation von biologischen Zellen und Gewebeverbänden mit Laserlicht als Teilgebiete der Biophotonik vor. Grundlegende Themen wie Mikroskopoptik, Kontrastverfahren, Gewebeoptik, optisches Aufklaren werden erklärt und verschiedenste Laser-Scanning-Mikroskope, Laser Scanning Optical Tomographie, Optische Kohärenztomographie und Superresolution Mikroskopie werden auch anhand aktueller Veröffentlichungen erarbeitet. Die Zellmanipulation mit Laserlicht und Nanopartikel vermittelten Nahfeldwirkungen werden mit ihren Anwendungen in der regenerativen Medizin vorgestellt.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spector, Goldman: Basic Methods in Microscopy</li> <li>• Atala, Lanza, Thomson, Nerem: Principles of Regenerative Medicine</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
8	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik ( <a href="https://www.igo.uni-hannover.de/">https://www.igo.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Alexander Heisterkamp	

<b>Entwicklungsmethodik-Produktentwicklung I</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 78 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Grundstudium vermittelt, ausgehend von den wissenschaftlichen und technischen Grundlagen, Wissen über die "Bausteine" für die Entwicklung und Konstruktion von Produkten. Diese Vorlesung des Vertiefungsstudiums stellt die Bausteine in den Gesamtzusammenhang des methodischen Vorgehens bei der Entwicklung eines Produktes von der Idee bzw. der Kundenanforderung bis zur Serieneinführung. Im Teil I stehen dabei die qualitativen Aspekte im Vordergrund. Bei der Entwicklung und Konstruktion stehen Innovation und Optimierungen neuer Technologien, Verfahren und Produkte im Vordergrund.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtwirtschaftliches Umfeld von Entwicklung und Konstruktion</li> <li>• Zwang zur Innovation</li> <li>• Einbindung des Geschäftsprozesses eines Unternehmens</li> <li>• Produktplanung- und Ideenfindung</li> <li>• Ermittlung von Kundenanforderungen und technischen Anforderungen (Pflichten- und Lastenheft)</li> <li>• Lösungsfindung: von der Funktionsstruktur über die Wirk- zur Baustruktur, Bewertung und Auswahl alternativer Lösungen</li> <li>• Grundregeln, Richtlinien und Prinzipien der Gestaltung einschließlich Grundbegriffen der Sicherheitstechnik</li> <li>• Schutz von Erfindungen (Patente und Gebrauchsmuster)</li> <li>• Organisation des Entwicklungs- und Konstruktionsprozesses.</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Produktentwicklung und Gerätebau ( <a href="https://www.ipeg.uni-hannover.de/">https://www.ipeg.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer	



<b>Oberflächentechnik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 32 h Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung elementarer und anwendungsbezogener werkstoffkundlicher Kenntnisse. Aufbauend auf diesen Kenntnissen werden Anwendungsbereiche und -grenzen, insbesondere von metallischen Konstruktionsmaterialien hergeleitet. Diese geben den Studierenden eine breite Basis hinsichtlich der optimalen Auswahl von Werkstoffen für den technischen Einsatz. Praktische und theoretische Übungen ergänzen den Vorlesungsinhalt. Die Anforderungen an Bauteiloberflächen steigt stetig, sei es zum Korrosions- oder Verschleißschutz von Massenprodukten wie verzinkten Blechen oder plasmanitrierten Wellen oder in Hochtechnologiebereichen wie z.B. der Luft- und Raumfahrt. Die Oberflächentechnik bietet vielfältige Möglichkeiten zum Verbessern von Bauteileigenschaften, wie etwa dem Widerstand gegen tribologische oder korrosive Beanspruchung, der Wärmeleitfähigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit, der Schwingfestigkeit oder auch den optischen Eigenschaften. Die Vorlesung gliedert sich in folgende drei Teile: Randschichtverfahren, Beschichtungsverfahren und Charakterisieren von Beschichtungen. Neben allgemeinen Grundlagen werden sowohl mechanische, chemische, thermische, thermomechanische als auch thermochemische Verfahren vorgestellt. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Verfahren der Oberflächentechnik und ihre Anwendung im Maschinenbau einordnen.</li> <li>• die relevanten Verfahren skizzieren und werkstoffwissenschaftliche Funktionsweisen von Schichtwerkstoffen und deren Erzeugung erläutern.</li> <li>• die Mechanismen der Schichtbildung nachvollziehen.</li> <li>• wichtige Eigenschaften der Schichten anhand ihres Aufbaus und der verwendeten Werkstoffe abschätzen.</li> <li>• aufgrund eines Anforderungsprofils an ein Bauteil eine geeignete Beschichtungstechnologie und ein Schichtwerkstoffsystem auswählen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren der Oberflächentechnik</li> <li>• Schichtsysteme</li> <li>• Funktionsweisen der Schichtsysteme</li> <li>• mikrostruktureller Schichtaufbau</li> <li>• Mechanismen der Schichtbildung</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung &amp; Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I und II	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> <b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Bergmann: Werkstofftechnik Teil 1+2</li> <li>• Schatt: Einführung in die Werkstoffwissenschaft</li> <li>• Askeland: Materialwissenschaften</li> <li>• Bargel, Schulz: Werkstofftechnik</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde ( <a href="https://www.iw.uni-hannover.de/">https://www.iw.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Möhwald	

<b>Introduction to Optical Technologies</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 58 h Davon Selbststudium: 92 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Optical Technologies B.Sc. Production and Logistics B.Sc. Mechatronics B.Sc. Mechanical Engineering		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Optical technologies use light for communication, lighting, sensing, material processing, and computing. This course provides an introduction to optical technologies with a focus on the theory necessary to understand and describe modern optical devices.  After successfully completing the module, students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand Maxwell's equations and the properties of light.</li> <li>• Understand the optical properties of matter and the interaction of light with matter.</li> <li>• Calculate reflection and transmission.</li> <li>• Understand diffraction and interference.</li> <li>• Understand guided propagation.</li> <li>• Understand the working principle of a selection of optical devices, such as LEDs, displays, LASERs, flat lenses, solar cells, etc.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxwell's equations and properties of light.</li> <li>• Light propagation: reflection and refraction.</li> <li>• Optical properties of matter: anisotropy, absorption and dispersion</li> <li>• Guided propagation: introduction to waveguides and fiber optics</li> <li>• Examples of modern optical technologies</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Knowledge of mathematics and physics (electricity and magnetism).	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> <b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of photonics, B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Wiley, 2019.</li> <li>• Optics, E. Hecht, Pearson, 2017.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Hannoversches Zentrum für Optische Technologien HOT ( <a href="https://www.hot.uni-hannover.de/">https://www.hot.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Antonio Calà Lesina	

<b>Introduction to Nanophotonics</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Maschinenbau	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 40 h Davon Selbststudium: 110 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Optical Technologies M.Sc. Physics M.Sc. Mechanical Engineering		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Nanophotonics studies how light behaves at the nanoscale, and how to engineer the properties of light by exploiting its exotic interaction with nanostructures. The course will focus on the theoretical foundations of nanophotonic systems, such as plasmonic nanoantennas, dielectric resonators, metasurfaces, metamaterials, and photonic crystals. The course is enriched with the use of simulation software for nanophotonics. After successfully completing the module, students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the optical properties of dielectric/metals and the theory of surface plasmons.</li> <li>• Understand the theory of the scattering of light from a sphere (Mie theory) and multipoles and apply it to generic nanostructures.</li> <li>• Understand how metasurfaces/metamaterials/photonic crystals and design such systems for light manipulation.</li> <li>• Understand some numerical techniques and use simulation software for nanophotonics modelling.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optical properties of matter, fundamentals of plasmonics.</li> <li>• Light scattering by metallic and dielectric nanostructures.</li> <li>• Metasurfaces, metamaterials and photonic crystals.</li> <li>• Numerical techniques and simulation software for nanophotonic systems.</li> <li>• Selected topics of current research.</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Solid knowledge of electromagnetic theory (Maxwell's equations, wave propagation, etc).	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Novotny, L., &amp; Hecht, B. (2012). Principles of Nano-Optics (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.</li> <li>• Gaponenko, S. (2010). Introduction to Nanophotonics. Cambridge: Cambridge University Press.</li> <li>• Maier, S. (2007). Plasmonics: Fundamentals and Applications. Springer, New York.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Hannoversches Zentrum für Optische Technologien HOT ( <a href="https://www.hot.uni-hannover.de/">https://www.hot.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Antonio Calà Lesina	

<b>Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Winter-/Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 30 h Davon Selbststudium: 120 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Maschinenbau M.Sc. Biomedizintechnik B.Sc. Maschinenbau B.Sc. Nachhaltige Ingenieurwissenschaften		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt umfangreiches Grundwissen zur bildgebenden Materialprüfung in Theorie und Praxis. Den Schwerpunkt bildet die Prüfung von polymeren Werkstoffen, weitere Schwerpunkte werden ebenfalls thematisiert  Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage - für eine Fragestellung eine geeignete Prüfmethode der bildgebenden Kunststoffprüfung auszuwählen - Proben sachgerecht vorzubereiten - Prüfungen mittels Mikroskopie, Elektronenmikroskopie/EDX und CT durchzuführen bzw. auszuwerten - Prüfergebnisse in Berichtsform darzustellen	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> - Allgemeine Einführung Mikroskopische Methoden - Probenvorbereitung (Einbetten, Schneiden, Polieren, CCP, Sputtern, Veraschung...) - Optische Mikroskopie - Elektronenmikroskopie - Computertomographie - Mikroplastikanalyse	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Labor</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Polymerwerkstoffe	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studienleistungen: Labor</li> <li>• Prüfungsleistungen: keine</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Zusatzinformationen: Das Modul enthält 5 Praktikumstermine. Zu jedem Praktikumstermin ist ein Bericht anzufertigen, der bewertet wird. Besonderheit: Max. Teilnehmendenzahl: 15.	
8	<b>Organisationseinheit</b> Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik IKK ( <a href="https://www.ikk.uni-hannover.de/">https://www.ikk.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Florian Bittner	

<b>Chemische Analyse von Kunststoffen</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Winter-/Sommersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 30 h Davon Selbststudium: 120 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau M.Sc. Biomedizintechnik		
1	<b>Qualifikationsziele</b> Das Modul vermittelt umfangreiches Grundwissen zur bildgebenden Materialprüfung in Theorie und Praxis. Den Schwerpunkt bildet die Prüfung von polymeren Werkstoffen, weitere Schwerpunkte werden ebenfalls thematisiert  Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Methoden zur Analyse von Kunststoffen zu nennen und zu beschreiben sowie die richtigen Methoden für entsprechende Fragestellungen auszuwählen</li> <li>• Prinzipien, Vor- und Nachteile der gängigen chemischen Analysemethoden zu verstehen</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektralphotometrie (zzgl. Labor)</li> <li>• Ellipsometrie</li> <li>• Partikelanalytik (zzgl. Labor)</li> <li>• Polymere / Polymerstruktur</li> <li>• Infrarot- / Raman-Spektroskopie (zzgl. Labor: FT-IR-Spektrometer)</li> <li>• UV/Vis Spektroskopie</li> <li>• Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>• Röntgenphotoelektronenspektroskopie</li> <li>• Auger-Elektronen-Spektroskopie</li> <li>• NMR-Spektroskopie</li> <li>• Pyrolyse-Gaschromatographie-Massenspektrometrie (zzgl. Labor)</li> <li>• Größenausschlusschromatographie</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Labor</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Polymerwerkstoffe	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Studienleistungen:</b> 5 Tests, 5 Laborberichte</li> <li>• <b>Prüfungsleistungen:</b> 1 schriftliche Klausur</li> </ul>	
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentelle Analytik. Theorie und Praxis (ISBN: 978-3-8085-7216-0)</li> <li>• Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science, 2nd Edition (ISBN: 978-3-527-30590-2)</li> </ul>	
7	<b>Weitere Angaben</b> Zusatzinformationen: Das Modul enthält 5 Praktikumstermine. Zu jedem Praktikumstermin ist ein Bericht anzufertigen, der bewertet wird. Besonderheit: Max. Teilnehmendenzahl: 15.	
8	<b>Organisationseinheit</b> Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik IKK ( <a href="https://www.ikk.uni-hannover.de/">https://www.ikk.uni-hannover.de/</a> )	
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Madina Shamsuyeva	

Wahlmodul: Chemie

<b>Anorganische Materialchemie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> Vorlesung: 6 LP Experimentelles Seminar: 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Vorlesung: Wahlpflichtmodul Chemie der Nanowerkstoffe Experimentelles Seminar: Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: Vorlesung: 150 h Experimentelles Seminar: 90 h	Davon Präsenzzeit: Vorlesung: 120 h Experimentelles Seminar: 90 h	Davon Selbststudium: Vorlesung: 30 h Experimentelles Seminar: 0 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Vermittlung vertiefter Kenntnisse zur anorganischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen von wichtigen anorganischen Materialien zu erläutern.</li> <li>• verschiedene Syntheseverfahren für die Herstellung von anorganischen Festkörpern und für die Präparation anorganischer Materialien im Hinblick auf ein gewünschtes Eigenschaftsprofil zu beurteilen und deren Vor- und Nachteile abzuwägen, unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie.</li> <li>• anspruchsvolle Synthesen anorganischer Materialien im Labor praktisch durchführen und zu erläutern, wie die Variation verschiedener Reaktionsparameter den Ausgang einer Reaktion beeinflusst, insbesondere hinsichtlich der Morphologie (Nanoteilchen, Pulver, Einkristall) des Reaktionsprodukts. Sie sind in der Lage, die Produkte mit geeigneten Methoden analytisch zu untersuchen.</li> <li>• für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><i>Vorlesung Anorganische Materialchemie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kap. I - Magnetische Materialien: Theorie des Magnetismus, Untersuchungsverfahren von magnetischem Verhalten, magnetische Materialklassen, Diamagnete, Paramagnete, Ferromagnete, Antiferromagnete, Ferrimagnete, Anwendungen von magnetischen Materialien, Datenspeicher, Spin-Valves, diluted magnetic semiconductors.</li> <li>• Kap. II - Funktionelle Moleküle: Molekulare Schalter, Amphiphile, Tenside, Assoziationskolloide, Self-Assembly, Mizellen, Vesikel, Flüssigkristalle, thermotrope Phasen.</li> <li>• Kap. III - Nanopartikel und Kolloide: Kolloidale Systeme, Oberflächenthermodynamik, Grenzflächenspannung, DLVO-Theorie, Hamaker-Konstante, geladene Oberflächen, Struktur und elektronisches System von Oberflächen, Oberflächenanalytik, Synthese von Nanokristallen, Größenquantisierungseffekte, plasmonische Effekte, Überstrukturen aus Nanopartikeln, kooperative Effekte, photonische Materialien, Metamaterialien.</li> <li>• Kap - IV - Poröse Materialien: Übersicht. Mikroporöse Festkörper: Zeolithe, pillared clays, MOFs, COFs. Adsorptionsphänomene auf äußeren und inneren Oberflächen, Physisorption, Chemisorption. Mesoporöse Materialien, Methoden zur Oberflächenmodifikation. Makroporöse Materialien, Aerogele, anodisch geätzte Alumina-Membranen.</li> </ul> <p><i>Seminar Anorganische Materialchemie:</i> Im Seminar stellen Studierende einander aktuelle Publikationen in Vorträgen vor und analysieren diese Publikationen kritisch.</p> <p><i>Experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation</i></p>	

	<p>Das Experimentelle Seminar besteht aus zwei Teilen.</p> <p>Im ersten Teil werden anhand von festen Versuchsaufbauten verschiedene Substanzklassen und dazugehörige, fortgeschrittene Synthesemethoden erlernt oder vertieft. Im Allgemeinen werden Reihenversuche unter Variation einer oder mehrerer Reaktionsparameter durchgeführt, um so den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsführungen auf die Produkteigenschaften in systematischer Weise aufzuklären. Die in diversen Vorlesungen des Studiums behandelten analytischen Methoden kommen dabei bei der Charakterisierung zum Einsatz. Die erhaltenen Ergebnisse werden von den Studierenden ausgewertet und im Hinblick auf die Variation der Eigenschaften beurteilt. Im zweiten Teil des Experimentellen Seminars werden Publikationen aus der aktuellen Literatur ausgewählt, die von den Studierenden reproduziert werden sollen. Das Produkt wird im Anschluss vergleichend zu den Literaturdaten charakterisiert. Weichen die Ergebnisse von der Literatur ab, werden die Ursachen diskutiert; ggf. wird der Versuch mit einer entsprechenden Anpassung wiederholt.</p> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <p>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken: Die Studierenden lernen, sich schnell in vorher unbekannte Themenbereiche einzuarbeiten und sich Informationen zu einem begrenzten Themengebiet selbständig anzueignen und dieses strukturiert aufzubereiten.</p>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (5 LP)</li> <li>• Seminar (1 LP)</li> <li>• wahlweise experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation (4LP)</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: Die bestandene Prüfung „Anorganische Chemie II“ wird vorausgesetzt. Empfohlene Vorkenntnisse: fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Seminar</li> <li>• Seminarvortrag</li> <li>• wahlweise experimentelles Seminar</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart &amp; Moore: Einführung in die Festkörperchemie</li> <li>• U. Müller: Anorganische Strukturchemie</li> <li>• A.R. West: Grundlagen der Festkörperchemie</li> <li>• U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley VCH, 2004</li> <li>• Praktikumsskript Festkörpersynthese und Materialpräparation</li> </ul> <p>Weitere empfehlenswerte Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (<a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a>)</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Prof. Dr. Sebastian Polarz, Prof. Dr. Franz Renz, Dr. Andreas Schaate</p>

<b>Organische Chemie I</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 6 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 180 h   Davon Präsenzzeit: 70 h   Davon Selbststudium: 110 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie B.Sc. Biochemie Fächerübergreifender B.Sc. B.Sc. Technical Education B.Sc. Life Science		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten in der organischen Chemie in Theorie und Praxis in englischer Sprache (für Studienanfänger).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Konzepte zu den fachlichen Inhalten des Moduls Organische Chemie 1 wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• chemische Reaktionen zu beurteilen und vorherzusagen.</li> <li>• mit den theoretisch erworbenen Kenntnissen Übungsaufgaben zu lösen bzw. Fragestellungen im Zusammenhang mit Selektivitäten und Spezifitäten zu bearbeiten.</li> <li>• grundlegende Problemstellungen zu analysieren, zuzuordnen und zu bewerten.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Struktur und Reaktivität herzustellen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Struktur, Bindungen und physikalische Eigenschaften organischer Verbindungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur, Bindungen und physikalische Eigenschaften organischer Verbindungen</li> <li>• Reaktionen mit heteropolarem Bindungsbruch</li> <li>• Radikal Reaktionen</li> <li>• Säuren, Basen und pKa</li> </ul> <i>Konfiguration und Konformation:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isomere, Konstitutionsisomere</li> <li>• Konformationsisomere</li> <li>• Stereoisomere</li> <li>• Optische Rotation, Fischer Nomenklatur, Nomenklatur nach CIP</li> </ul> <i>Grundlegende Reaktionen der Organischen Chemie:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SN1 und SN2 Substitution an gesättigten Kohlenwasserstoffen, Orbitalbetrachtungen</li> <li>• Das hart-weich Prinzip (HSAB)</li> <li>• Stereochemische Auswirkungen</li> <li>• E1, E2 und E1cb Eliminierungsreaktionen, Orbitalbetrachtungen</li> <li>• Syn-Eliminierung, anti-Eliminierung</li> </ul> <i>Reaktionen von Alkenen und Alkinen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orbitalbetrachtungen bei der Addition an Mehrfachbindungen</li> <li>• Syn-addition, anti-Addition</li> <li>• 1,3-dipolare Cycloaddition</li> </ul> <i>Pericyclische Reaktionen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diels-Alder Reaktion</li> <li>• Photochemische 2+2-Cycloaddition</li> <li>• 1,3-Dipolare Cycloaddition</li> <li>• 3,3-sigmatrope Umlagerungen</li> <li>• Elektrocyclische Ringschlussreaktionen</li> <li>• 1,3-, 1,5-, 1,7-Hydridshift</li> <li>• Woodward-Hoffman-Regeln</li> </ul> <i>Aromatenchemie:</i>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konjugierte Doppelbindungen, Struktur, Bindung und Reaktivität</li> <li>• Mesomere Grenzformen</li> <li>• Elektrophile, aromatische Substitution und Zweitsubstitution</li> <li>• In-Mechanismus</li> <li>• Nucleophile aromatische Substitution</li> <li>• Reaktionen aromatischer Diazo-Verbindungen</li> </ul> <p><i>Carbonylgruppen, Carboxylgruppenchemie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Bindung von Carbonylgruppen</li> <li>• Umpolung</li> <li>• Tautomere Grenzformen</li> <li>• Reaktionen von Aldehyden und Ketonen</li> <li>• Reaktionen von Carbonsäurederivaten</li> <li>• Oxidationen und Reduktionen</li> <li>• Metallorganische Reagenzien</li> <li>• Addition und x,x-ungesättigte Verbindungen</li> <li>• Umlagerungsreaktionen</li> </ul> <p><i>Stoffklassen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkohole, Ether, Halogenide, Amine, Kohlenhydrate, Aminosäuren, Peptide, Nukleinsäuren, Terpene, Polyketide</li> </ul> <p><i>Spektroskopie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NMR-Spektroskopie</li> </ul> <p>Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Die Nutzung moderner Medien und Lehrmethoden zur Aneignung des Wissens.</p>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Allgemeinen Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung</li> </ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore, Organische Chemie, 3. Aufl., Wiley-VCH (2000)</li> <li>• Clayden Greeves, Warren, Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press, ISBN 0198503466</li> <li>• I. Fleming, Frontier Orbitals and Organic Chemical Reactions, John Wiley &amp; Sons, ISBN 0471 018198</li> </ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Organische Chemie ( <a href="https://www.oci.uni-hannover.de/">https://www.oci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Markus Kalesse, Prof. Dr. Russell Cox, Dr. Philipp Heretsch

<b>Anorganische Chemie III</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 90 h		Davon Präsenzzeit: 60 h
Davon Selbststudium: 30 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Chemie (9 LP, da zusätzlich Seminar und Praktikum)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung vertiefter Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Anorganische Chemie 3 in Theorie und Praxis. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Chemie 3 wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• fortgeschrittene Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie anzuwenden, um anspruchsvolle anorganisch-chemische Präparate herzustellen und die Güte der Produkte zu analysieren und zu beurteilen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  <i>Einfache Moleküle:</i> Ozon, Lewis, Atmosphärenchemie, Ozonloch, VSEPR, Valence Bond Theorie, Supersäuren, Hypervalenz, MO-Theorie 1, E2, EX Moleküle, O <sub>2</sub> und seine Besonderheiten, Triplett O <sub>2</sub> , Singulett O <sub>2</sub> , Photodynamische Therapie, Sauerstoffionen, Jablonski Diagramm, Photoelektronenspektroskopie, Symmetrie von Molekülen und Orbitalen, Charaktertafeln, irreduzible Darstellungen, Wichtige Polyeder, platonische und archimedische Körper, MO-Theorie 2, H <sub>3</sub> <sup>+</sup> , FHF <sup>-</sup> , CO <sub>2</sub> , Ozon Moleküle, Walsh Diagramme, LCAO an Beispielen, Verfahren zur Visualisierung und Computer-gestützten Berechnung, Symmetrie und Schwingungsspektroskopie, IR und Raman, Normalkoordinatenanalyse, Normalschwingungen, Energie von Schwingungen, Gruppenfrequenzen, Valenz- und Deformationsschwingungen, Schwingungsrassen, Auswahlregeln, Kopplung von Schwingungen.  <i>Koordinationsverbindungen:</i> Farbe und Spektroskopie, Kristallfeld und Ligandenfeldtheorie, Oktaederfeld, spektrochemische Reihe, high-spin, low-spin, Spinpaarungsenergie, Austauschwechselwirkung, Ligandenfeldstabilisierungsenergie, quadratisch-planar, kubisches und Tetraederfeld, Molekularer Magnetismus, Stern-Gerlach Versuch, Spin, Quantenzahlen, Bahndrehimpuls, Russel-Saunders Kopplung, jj-Kopplung, Termsymbole, Mikrozustände und Energie, Hund'sche Regeln, Spin-Only Näherung, ESR Spektroskopie, Molekulare Magnete, SQUID, Elektronische Übergänge, Auswahlregeln, Laporte, Parität, Tanabe-Sugano Diagramme, Racah Parameter, Koordinationspolymere, Konnektoren, Linker, Symmetriebrechung, Jahn-Teller Effekt, MO-Theorie von Metallkomplexen, $\pi$ -Basen und Säuren, Rückbindung, 18VE Regel und Ausnahmen, VE-Zählen in Komplexen, Charge-Transfer Übergänge, LMCT, Seltenerdverbindungen.  <i>Organometallchemie:</i> Historisches, Vitamin B12, Grignard, Gruppenelektro negativität, Arbeiten unter Inertgasbedingungen, Abzählen von Elektronen in Organometallverbindungen, Stabilität, $\beta$ -H Eliminierung, $\alpha$ -H Eliminierung, Alkylverbindungen, Synthesen, Reaktionen, Hydrometallierung, Carbometallierung, Organolithiumverbindungen, Schosser-Basen, Organomagnesiumverbindungen, Schlenk-Gleichgewicht, Grignard-Reagentien in der OC, CO-Komplexe, homoleptische des d-Blocks, Verbrückungsmodi, $\pi$ -Rückbindung, IR Spektroskopie, Synthesen, Metallcarbonylcluster, Isolobalkonzept, Borane, Wade-Mingos-Regeln, Carborane, CO-Komplexe Reaktionen, trans-Effekt, oxidative Decarbonylierung, oxidative Addition, reduktive Eliminierung, Insertionsumlagerungen, Hiebersche Basenreaktion, Carben-Komplexe, Fischer, Schrock, Alkenkomplexe, Dewar-Chatte-Duncanson Modell, Synthesen, Alkylidenkomplexe, Cp als Ligand, Sandwich, Halbsandwich, Ferrocen, MOs von Ferrocen, Haptizität, aromatische Substitution am Ferrocen, Deprotonierung, Redoxchemie, ansa-Ferrocene, Dendrimere, Generationen, konvergente, divergente Synthese, Benzol als Ligand, Aromat-analoge Liganden, Cyclobutadienkomplexe, Bent-Metallocene, Metall-Metall-Mehrfachbindung, Polymerisationskatalyse, Ziegler-Natta, Metathesepolymerisation, Grubbs-Komplexe, Wilkinson-Katalysator, Hydroformylierung, Monsanto-Essigsäureverfahren, C-C Kopplungsreaktionen.  <i>Molekulare Materialwissenschaften:</i> Soft-Chemistry, Sol-Gel Prozess, Aergele, Poröse Oxidmaterialien, Organosilikate, Nicht-wässriger Sol-Gel Prozess, Pseudochalkogene, Gasphasenabscheidungen, chemischer Transport, CVD, Thermoanalyse, Anorganische Polymere, Polyphosphazene, Polysiloxane, Polysilane, leitfähige Polymere.	

3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> </ul>
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in Anorganischer Stoffchemie und den theoretischen Grundlagen instrumenteller Methoden
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min)</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Riedel, Ch. Janiak, Anorganische Chemie, 9. Aufl. 2015, de Gruyter, Berlin</li> <li>• Huheey, James E. / Keiter, Ellen A. / Keiter, Richard L. , Anorganische Chemie : Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 4. Aufl. 2012, de Gruyter, Berlin</li> <li>• R. Steudel, Chemie der Nichtmetalle : Synthesen - Strukturen - Bindung - Verwendung, 4. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin</li> <li>• W. Kutzelnigg, Einführung in die Theoretische Chemie; Wiley-VCH, Weinheim; 2002</li> <li>• J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin</li> <li>• C. Elschenbroich, Organometallchemie, 6. Aufl., Teubner, 2008</li> </ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Sebastian Polarz

<b>Smart Materials: Funktion durch Stimulus-Materie Interaktionen</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 42 h
Davon Selbststudium: 78 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b>		
B.Sc. Chemie		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Chemische Materialien bilden die stoffliche Basis in einer Vielzahl von Technologien, die bereits im Alltag eingesetzt werden oder zukünftig eine große Rolle spielen werden. Kern dieser Anwendungen ist, wie die Materialien auf äußere (physikalische oder chemische) Reize reagieren, wodurch eine bestimmte Funktionalität ausgelöst wird. Ziel des Moduls ist die Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines erweiterten Verständnisses zum Zusammenhang zwischen der Reaktion von Materialien auf äußere Reize und der daraus folgenden Implementierung in wichtige Technologien (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Smart Materials wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• nachzuvollziehen, wie erst durch das Verständnis des Funktionsprinzips eines Materials eine Optimierung der Eigenschaften und Implementierung in die Zieltechnologie erfolgen kann.</li> <li>• ein Verständnis aufzubauen, welche Sekundärprozesse ausgelöst werden und wie diese gesteuert werden können, wenn das Material einem Stimulus ausgesetzt wird.</li> </ul>	
2	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls sind:  <i>Vorlesung Smart Materials</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Modul analysieren wir: Welche (komplexe) Technologien in ausgewählten Produkten eingesetzt werden; wie diese Technologien auf der herausragenden Funktionalität von bestimmten chemischen Materialien beruhen; wie man die Funktionalität beeinflussen und optimieren kann. Betrachtet wird, durch welchen Trigger die entsprechende Funktionalität ausgelöst wird.</li> <li>• Licht als Trigger: z.B. Photodetektoren, Solarzellen; Photoelektrochemie, Photokatalysatoren, transparente leitfähige Elektroden; Photonische Materialien; molekulare Schalter.</li> <li>• Strom als Trigger: z.B. Lichtemittierende Dioden (LEDs), Elektromobilität - Akkumulatoren, Elektrodenmaterialien und Elektrochemie; Super- und Pseudokondensatoren; Materialien für die Mikro- und Nanoelektronik.</li> <li>• Magnetische Felder als Trigger: z.B. Ferromagnete, Ferrimagnete, Antiferromagnete, Spinventile, Magnetische Sensoren.</li> <li>• Chemische Trigger: z.B. Selbstorganisationsphänomene, Tenside, Waschmittel; selbstreinigende Oberflächen; Chemische Sensoren; Lambda-Sonde - Festkörperelektrolyte;.</li> <li>• Wärme als Trigger: z.B. Thermoelektrische Materialien; Ferroelektrische Materialien.</li> <li>• Kraft als Trigger: z.B. Triboelektrische Generatoren, Formgedächtnissysteme.</li> <li>• Krankheiten als Trigger: z.B. Nanomedizin; Theranostik; Drug-Delivery.</li> </ul> <i>Seminar Smart Materials</i> Vorstellung und Analyse von Entwicklungen im Gebiet Smart Materials anhand von aktuellen Fachpublikationen oder neuen Produkten/ Technologien.  Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Information zur Implementierung der genannten Materialien und Technologien in konkreten Produkten, z.B. PKWs, Smartphones, Computern, Medizin, etc.	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Seminar</li> </ul>	

4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und/ oder technischer Chemie, Physik, der Nanotechnologie.
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> <b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klausur (2 h) oder mündliche Prüfung (30 min)</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>S. O. Kasap, Optoelectronic and Photonics: Principles and Practices, Prentice Hall, 2001.</li> <li>J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade and Editors, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light (Second Edition), Princeton University Press, 2008.</li> <li>B. Viswanathan and M. A. Scibioh, Photoelectrochemistry: Principles and Practices, Narosa Publishing House, 2014.</li> <li>P. H. Rieger, Electrochemistry, Springer Netherlands, 1993.</li> <li>Y. G. Wang, Y. F. Song and Y. Y. Xia, Chemical Society Reviews, 2016, 45, 5925-5950.</li> <li>F.-G. Banica, Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications, Wiley, 2012.</li> <li>R. Crawford, E. Ivanova and Editors, Superhydrophobic Surfaces, Elsevier, 2015.</li> <li>G. Y. Chen, I. Roy, C. H. Yang and P. N. Prasad, Chemical Reviews, 2016, 116, 2826-2885.</li> <li>A. Filimon and Editor, Smart Materials: Integrated Design, Engineering Approaches, and Potential Applications, Apple Academic Press Inc., 2019.</li> </ul> Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.
7	<b>Weitere Angaben</b> Dozenten: Polarz, N.N.
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Sebastian Polarz, Dr. Yasar Krysiak

<b>Biomaterialien und Biomineralisation (Vorlesung)</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h   Davon Präsenzzeit: 42 h   Davon Selbststudium: 78 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie M.Sc. Biomedizintechnik M.Sc. Biochemie M.Sc. Life Science		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Modulzweck Vermittlung vertiefter theoretischer Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomaterialien und Biomineralien zu analysieren und zu diskutieren.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls <i>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>die typische hierarchische Strukturierung von Biomineralen, ihr Charakter als bioorganisch-anorganische Kompositstrukturen, die Strukturen an den Grenzflächen sowie generelle Mechanismen der Biomineralisation werden abgehandelt.</li> <li>Biominerale ausgewählter Substanzklassen (Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Eisenoxide, Siliciumdioxid) werden hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und Funktion vorgestellt.</li> <li>die Nutzung von Prinzipien der Biomineralisation für die biomimetische Synthese wird dargestellt.</li> <li>grundlegende Aspekte des Einsatzes von Biomaterialien werden erläutert.</li> <li>Polymere, anorganische Keramikwerkstoffe und Metalle werden als typische Klassen von dauerhaften oder resorbierbaren Biomaterialien vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Grenzfläche zwischen Biomaterial und bioorganischen Molekülen bzw. biologischen Strukturen (Zellen, Gewebe, Körper).</li> <li>physikalische, chemische, biochemische und biologische Modifizierungen von Biomaterialien werden behandelt.</li> <li>grundlegende Aspekte von Zellkulturexperimenten sowie grundlegende und ethische Aspekte von Tierexperimenten werden besprochen.</li> <li>der Einsatz von Biomaterialien für das Tissue und das Stem Cell Engineering sowie die gesundheitlichen Gefahren von Festkörpern und Nanoteilchen im Körperkontakt werden diskutiert.</li> <li>die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomineralen und Biomaterialien (Probenpräparation, Analyse von Makromolekülen, Analytik von Grenzflächen) werden diskutiert.</li> <li>spezielle analytische Methoden wie die Mikroskopie im µm-Bereich mit Photonen (Raman, IR, UV, Röntgen) und Ionen werden vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Analytik von Gewebeproben und der gezielten Bestimmung der mineralischen Bestandteile und von Spurenelementen.</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und/oder technischer Chemie, Biochemie, Life Sciences, der Nanotechnologie, der Biomedizintechnik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>  <b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	

---

	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• schriftliche (120min) oder mündliche (30min) Prüfung</li></ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• M. Epple: Biomaterialien und Biomineralisation, Teubner, 2003</li><li>• S. Mann: Biomineralization, Oxford 2001</li><li>• B. Ratner u.a.: Biomaterials Science 2013</li></ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Nina Ehlert, Prof. Dr. Heidemarie Weinhart, Prof. Dr. Denis Gebauer

<b>Biomaterialien und Biomineralisation mit Laborübung</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 240 h		
Davon Präsenzzeit: 98 h		Davon Selbststudium: 142 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie M.Sc. Biochemie M.Sc. Life Science		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung vertiefter theoretischer Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende).  Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomaterialien und Biomineralien zu analysieren und zu diskutieren.</li> <li>• eigenständige analytische Untersuchungen von Präparaten durchzuführen (Bestandteile, Spurenelemente).</li> <li>• Biomaterialien herzustellen und geeignete Testverfahren durchzuführen.</li> <li>• Versuchsergebnisse auszuwerten, zu erläutern und mit den theoretischen Grundlagen zu verbinden.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls  <i>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die typische hierarchische Strukturierung von Biomineralen, ihr Charakter als bioorganisch-anorganische Kompositstrukturen, die Strukturen an den Grenzflächen sowie generelle Mechanismen der Biomineralisation werden abgehandelt.</li> <li>• Biominerale ausgewählter Substanzklassen (Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Eisenoxide, Siliciumdioxid) werden hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und Funktion vorgestellt.</li> <li>• die Nutzung von Prinzipien der Biomineralisation für die biomimetische Synthese wird dargestellt.</li> <li>• grundlegende Aspekte des Einsatzes von Biomaterialien werden erläutert.</li> <li>• Polymere, anorganische Keramikwerkstoffe und Metalle werden als typische Klassen von dauerhaften oder resorbierbaren Biomaterialien vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Grenzfläche zwischen Biomaterial und bioorganischen Molekülen bzw. biologischen Strukturen (Zellen, Gewebe, Körper).</li> <li>• physikalische, chemische, biochemische und biologische Modifizierungen von Biomaterialien werden behandelt.</li> <li>• grundlegende Aspekte von Zellkulturexperimenten sowie grundlegende und ethische Aspekte von Tierexperimenten werden besprochen.</li> <li>• der Einsatz von Biomaterialien für das Tissue und das Stem Cell Engineering sowie die gesundheitlichen Gefahren von Festkörpern und Nanoteilchen im Körperkontakt werden diskutiert.</li> <li>• die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomineralen und Biomaterialien (Probenpräparation, Analyse von Makromolekülen, Analytik von Grenzflächen) werden diskutiert.</li> <li>• spezielle analytische Methoden wie die Mikroskopie im µm-Bereich mit Photonen (Raman, IR, UV, Röntgen) und Ionen werden vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Analytik von Gewebeproben und der gezielten Bestimmung der mineralischen Bestandteile und von Spurenelementen.</li> </ul>  <i>Experimentelles Seminar Biomaterialien und Biomineralisation</i> Die Versuche dienen einerseits dem Erwerb grundlegender Kenntnisse im Umgang mit biologischen, Biomineral	



	<p>enthaltenden Proben sowie deren analytischer Charakterisierung. Zum anderen sollen Biomaterialien selber hergestellt werden und unter verschiedenen Gesichtspunkten getestet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufarbeitung und Charakterisierung von typischen Biomineralen wie Reisspelzen, Eierschalen, Zähnen oder Knochen: Erprobung verschiedener Präparationsverfahren (Entfernung organischer Komponenten durch enzymatischen oder chemisch-oxidativen Abbau; Entfernung anorganischer Komponenten durch Ausnutzung selektiver Löslichkeiten); Charakterisierung der Proben durch verschiedene Methoden (Thermoanalyse, Mikroskopie, Elektronenmikroskopie, IR-Spektroskopie, elementanalytische Verfahren).</li> <li>• Untersuchungen zur Immobilisierung von Enzymen. Durchführung von Aktivitätstests.</li> <li>• Synthese und Charakterisierung von Kompositmaterialien</li> <li>• Methoden der mechanischen Testung</li> <li>• Ortsaufgelöste Analytik von biologischen Proben</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Experimentelles Seminar</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: Selbständiges sicheres Arbeiten im chemischen Labor</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und/oder technischer Chemie, Biochemie, Life Sciences, der Nanotechnologie, der Biomedizintechnik</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelles Seminar</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Epple: Biomaterialien und Biomineralisation, Teubner, 2003</li> <li>• S. Mann: Biomineralization, Oxford 2001</li> <li>• B. Ratner u.a.: Biomaterials Science 2013</li> <li>• Praktikumsskript</li> </ul>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (<a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a>)</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Dr. Nina Ehlert, Prof. Dr. Heidemarie Weinhart, Prof. Dr. Denis Gebauer</p>

<b>Grundlagen der Materialanalytik für Nanotechnologie</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> Vorlesung: 3 LP Experimentelles Seminar: 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 75 h	Davon Selbststudium: 105 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zur Materialanalytik in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messungen der unter „Fachliche Inhalte- Vorlesung Grundlagen der Materialanalytik“ angegebenen Analyseverfahren in ihren Grundzügen zu verstehen und auszuwerten.</li> <li>• selbstständig zu entscheiden welche der vermittelten Analysetechniken für welche analytischen Fragestellungen überhaupt in Frage kommen.</li> <li>• zu entscheiden, welche der vermittelten Analysetechniken für bestimmte Fragestellungen ggf. besser geeignet sind als andere und welche der vermittelten Analysetechniken für bestimmte Fragestellungen komplementär bzw. redundant sind.</li> <li>• Messergebnisse von Methoden zur Analytik von verschiedenen Arten von Festkörpern (anorganische Bulk-Materialien, organische Polymere, Nanoteilchen, Kompositmaterialien) zu interpretieren.</li> <li>• Messungen der unter „Fachliche Inhalte- Experimentelles Seminar Grundlagen der Materialanalytik“ angegebenen Analyseverfahren selbstständig durchzuführen und zu interpretieren.</li> <li>• in der Praxis auftretende Messfehler der behandelte Analyseverfahren zu erkennen und einzuschätzen.</li> </ul>	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><i>Vorlesung Grundlagen der Materialanalytik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen einer Einführung in die Materialanalytik werden verschiedenste analytische Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten genannt, entsprechend kategorisiert und die konkrete Auswahl der im Modul besprochenen analytischen Methoden vorgestellt.</li> <li>• Die Grundlagen der Rasterkraftmikroskopie werden vermittelt und der Einsatz dieser Methode zur Oberflächencharakterisierung erläutert. Anhand von Beispielen werden neuere Entwicklungen, z.B. zur in situ Untersuchung von Hydratschichten auf Oberflächen in Lösungen, vorgestellt.</li> <li>• Die Grundlagen der hochauflösenden und analytischen Elektronenmikroskopie werden am Beispiel mikro- und nanostrukturierter Feststoffe vermittelt. Schwerpunkte der Analytik sind die energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDXS) und die Elektronenbeugung (SAED). Die grundlegenden Prinzipien der Transmissions- (TEM) und Rasterelektronenmikroskopie (SEM) werden behandelt; diese umfassen Geräteaufbau, Kontrastentstehung, Abbildungsmodi und Abbildungsfehler.</li> <li>• Verfahren zur Bestimmung der Elementzusammensetzung von Festkörpern und Materialien werden vorgestellt, insbesondere im Hinblick auf die ortsauflösende Analytik.</li> <li>• Die Möglichkeiten der Nutzung von Synchrotron- und Neutronenstrahlung zur Materialanalytik werden vorgestellt. Dabei liegt ein Schwerpunkt beim Einsatz von Streumethoden für die Charakterisierung nichtkristalliner und nanostrukturierter Proben. Es wird ferner eine Einführung in Röntgenkleinwinkelstreuverfahren (SAXS) gegeben und deren Anwendung zur Bestimmung von Größen und Formen von dispergierten Nanoteilchen sowie zur Analyse von Struktur und Porosität von amorphen Gelen an Beispielen vorgestellt.</li> <li>• Analytik an Dispersionen wird anhand der Beispiele der Statischen und Dynamischen Lichtstreuung (SLS &amp; DLS) sowie der Analytischen Ultrazentrifugation (AUZ) besprochen. Ausgehend von der grundlegenden Theorie dieser Methoden werden die Auswertungen der Messungen, und die jeweils daraus bestimmbar Parameter (Diffusionskoeffizient, Partikelgröße, Molekulargewicht, etc.) diskutiert. Die Besprechung moderner Verfahren potentiometrischer Titrations zur Beleuchtung der Mechanismen der Festkörperbildung aus Lösungen runden diese Diskussion ab.</li> <li>• Die Grundprinzipien und Möglichkeiten thermoanalytischer Verfahren zur Materialcharakterisierung</li> </ul>	

	<p>werden vorgestellt und an Beispielen zur Elastomer- und Polymercharakterisierung hinsichtlich Identifizierung, Mikrostrukturaufklärung und quantitativer Analyse vertieft. Schwerpunkte bilden hier die Verfahren der Thermogravimetrie (TGA), der Dynamischen Differenzkalorimetrie (DDK bzw. DSC) und der Thermomechanischen Analyse (TMA). Des Weiteren werden Verfahren, wie beispielsweise die Gelpermeationschromatographie (GPC) zur Charakterisierung von Molmassen und Molmassenverteilungen von Polymeren vorgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei den Methoden der optischen Spektroskopie (Raman, IR, UV/Vis) werden die Besonderheiten vorgestellt, die bei der Charakterisierung von Festkörperproben und an Oberflächen zu berücksichtigen sind. Da Festkörper nicht in Transmission vermessen werden können, müssen beispielsweise bei der UV/Vis-Spektroskopie die diffuse Reflexion und der Kubelka-Munk-Formalismus angewandt werden, um die zu ermittelnde Absorption von der unerwünschten Lichtstreuung zu separieren. Im Bereich der IR-Spektroskopie wird u.a. die Messmethode in ATR-Anordnung diskutiert.</li> </ul> <p><i>Experimentelles Seminar Grundlagen der Materialanalytik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zu modernen potentiometrischen Verfahren zur Analyse der Mechanismen der Festkörperbildung aus wässriger Lösung</li> <li>• Rasterelektronenmikroskopie zur Ermittlung der Mikrostruktur synthetischer Materialien</li> <li>• Optische Methoden zur Festkörpercharakterisierung (Messung von UV/Vis-Spektren in diffuser Reflexion an Pulvern und Dünnschichten von Halbleitern und Kompositproben)</li> <li>• Versuche zu thermoanalytischen Verfahren wie DSC und TGA (Quantitative Elastomeranalyse)</li> <li>• Thermische Stabilität von Polymeren, Glas- und Schmelzpunktsbestimmungen, Kristallisationsverhalten</li> <li>• Versuche zur Identifizierung von Additiven in Elastomeren und Identifizierung von Polymermatrices (Thermoplasten, Kautschuke) mittels FT-IR spektroskopischer Verfahren (Transmission und ATR)</li> <li>• Versuche zur Charakterisierung der Molmasse und Molmassenverteilung von Polymeren mittels GPC.</li> </ul> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unvoreingenommene Beurteilung und Interpretation von Messergebnissen (gute wissenschaftliche Praxis)</li> <li>• Kritische Beurteilung von Messgenauigkeit und Messfehlern</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• experimentelles Seminar</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie, Grundkenntnisse in instrumentellen Analyseverfahren</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p><b>Studienleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wahlweise experimentelles Seminar (3 LP)</li> </ul> <p><b>Prüfungsleistungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wahlweise schriftliche Prüfung (3 LP)</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. F. Hemminger, H. K. Cammenga: Methoden der thermischen Analyse, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1989, S. 57</li> <li>• Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Bd. 5, Analysen und Messverfahren, Verlag Chemie Weinheim</li> <li>• D. W. Brazier, Applications of Thermal Analytical Procedures in study of Elastomers and Elastomer Systems, Rubber Chemistry and Technology, Vol. 53, S. 487 ff.</li> <li>• H. Kuzmany: Festkörperspektroskopie, Springer Verlag, 1990</li> <li>• J.I. Goldstein, Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, 3. ed., Kluwer Acad./PlenumPubl., New York, 2003</li> <li>• L. Reimer, Scanning electron microscopy: physics of image formation and microanalysis, 2. ed., Springer, Berlin (1998).</li> </ul> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung und in den einzelnen Vorlesungen vorgestellt.</p>
7	<p><b>Weitere Angaben</b></p> <p>Keine</p>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (<a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a>)</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Prof. Dr. Denis Gebauer, apl. Prof. Dr. rer. nat. Dirk Dorfs, Prof. Dr. Ulrich Giese, Prof. Dr. Jorge Lacayo-Pineda, apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Armin Feldhoff</p>

<b>Polymere Materialien für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> Vorlesung: 5 LP Experimentelles Seminar: 3 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 240 h   Davon Präsenzzeit: 90 h   Davon Selbststudium: 150 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zu polymeren Materialien in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die physikalisch-chemischen Eigenschaften ausgewählter organischer Polymere in Abhängigkeit der Konstitution, Konformation und der Konfiguration zu erläutern und im Sinne einer Eigenschaftsvorhersage bezüglich der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Polymeren und Polymerkompositen im festen Zustand (Glasübergang, Kristallisation und Schmelzen) als auch der mechanischen Eigenschaften (Viskoelastizität, Gummielastizität etc.) anzuwenden.</li> <li>• erworbenes vertieftes Verständnis der physikalischen Chemie und Physik von Polymeren wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>• grundlegende Syntheseverfahren und -techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen in Bezug auf Zieleigenschaften von Polymerwerkstoffen zu verstehen und begrenzt praktisch anzuwenden.</li> <li>• Polymerisationstechniken wie die Polymerisation in heterogener (Emulsions- und Suspensionspolymerisation) und in homogener Phase (Lösungs- und Massepolymerisation) in Verbindung mit geeigneten Polyreaktionen zu diskutieren und zu erklären.</li> <li>• die Funktionsprinzipien und die Herstellung von Polymeranokompositen zu erklären.</li> <li>• chemische, physikalische und rheologische Charakterisierungen von organischen Polymeren und Polymerkompositen vorzunehmen.</li> <li>• die Besonderheiten der Polymeranalyse im Vergleich zu der Analyse von niedermolekularen Stoffen insbesondere für Polymere als Festkörper und in Lösung zu erläutern.</li> <li>• Molmassen, Molmassenverteilungen und die Monomierzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster sowie Verzweigungs- und Vernetzungsgrade zu analysieren.</li> <li>• Methoden wie z. B. Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und der zu erzielenden Aussage zu diskutieren.</li> <li>• Methoden für die Charakterisierung der thermischen Eigenschaften und Kettenbeweglichkeiten insbesondere bei Kautschuken und Elastomeren im Unterschied zu Thermoplasten wie z. B. DSC, NMR-Relaxationszeit, Quellungsmessungen oder auch mechanische Messungen wie die Zug-Dehnungseigenschaften auszuwählen und praktisch anzuwenden.</li> </ul>	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><i>Vorlesung Synthese von Polymeren und Polymerkomposite:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalisch-chemischen Eigenschaften ausgewählter organischer Polymere in Abhängigkeit der Konstitution, Konformation und der Konfiguration</li> <li>• Eigenschaftsvorhersage bezüglich der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Polymeren und Polymerkompositen im festen Zustand (Glasübergang, Kristallisation und Schmelzen), mechanischen Eigenschaften (Viskoelastizität, Gummielastizität etc.)</li> <li>• Syntheseverfahren und -techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen</li> <li>• Polymerisationstechniken: Polymerisation in heterogener (Emulsions- und Suspensionspolymerisation), homogener Phase (Lösungs- und Massepolymerisation)</li> <li>• Funktionsprinzipien und Herstellung von Polymeranokompositen</li> </ul> <p><i>Vorlesung Polymeranalytik:</i></p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymeridentifizierung an Hand von thermischen Eigenschaften</li> <li>• Zusammensetzung von Polymermaterialien nach Hauptkomponenten</li> <li>• Analyse von Molmassen, Molmassenverteilungen, Monomierzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster, Verzweigungs- und Vernetzungsgrade</li> <li>• Analysemethoden: Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung, DSC, TGA, NMR-Relaxationszeit, Zug-Dehnungseigenschaften</li> </ul> <p><i>Experimentelles Seminar Polymere Materialien:</i> Vorgesehen sind folgende Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese von ausgewählten Polymeren (z. B. Polystyrol, Polyacrylate) durch Emulsions- und Lösungspolymerisation</li> <li>• Herstellung einer Kautschukmischung und eines Elastomers unter Anwendung der Schwefelvulkanisation</li> <li>• Bestimmung des Molekulargewichts durch Messungen der mittleren Molmasse (Mw) sowie des Molmassenzahlenmittels (Mn) durch Gelpermeationschromatographie (GPC).</li> <li>• Charakterisierung der thermischen Eigenschaften von Polymeren mittels Differential Scanning Kalorimetrie (DSC). Hier soll an verschiedenen Polymeren der Schmelzpunkt bzw. die Glasübergangstemperatur bestimmt werden. weiterhin soll der Einfluss der thermischen Vorgeschichte auf die Schmelzpunkte und -enthalpien ermittelt werden und darauf auf die Größe der Kristallite in den Polymerproben geschlossen werden.</li> <li>• Charakterisierung der Kettenbeweglichkeit von Polymeren/Elastomeren mittels Relaxationszeit-NMR.</li> <li>• Ermittlung der Polymerzusammensetzung mittels Pyrolyse-GC-MS bzw. IR-Spektroskopie</li> <li>• Morphologische Charakterisierung von Blends bzw. Nanokompositen durch TEM</li> </ul> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von zielgerichteten Strategien und Arbeitsprozessen</li> </ul>
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Experimentelles Seminar</li> </ul>
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Anorganischer, Organischer, physikalischer und technischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wahlweise experimentelles Seminar Polymere Materialien (3 LP)</li> </ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche (120 min) oder mündliche (30 min) Prüfung (5 LP)</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Keim, Kunststoffe, Synthese, Herstellungsverfahren, Apparaturen, Wiley-VCH Verlag, 2006</li> <li>• B. Tieke, Makromolekulare Chemie - Eine Einführung, Wiley-VCH Verlag, 2005</li> <li>• J. M. G. Cowie, Chemie und Physik der Synthetischen Polymere, Vieweg Verlag, 1991</li> <li>• M. D. Lechner, K. Gehrke, H. Nordmeier, Makromolekulare Chemie, Birkhäuser Verlag, 2003</li> <li>• D. Braun, H. Cherdon, H. Ritter, Praktikum der makromolekularen Stoffe, Wiley-VCH Verlag, 1999</li> <li>• H.-G. Elias, Makromoleküle - Physikalische Strukturen und Eigenschaften (Band 1 bis 4), Wiley-VCH Verlag, 2001</li> <li>• H.-J. Endres, A. Siebert-Raths, Technische Biopolymere, Carl Hanser Verlag, 2009</li> <li>• H.-G. Elias, Makromoleküle - Band 1 Grundlagen, Hüthig &amp; Wepf Verlag, 1990</li> <li>• W. F. Hemminger, H. K. Cammenga: Methoden der thermischen Analyse, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1989</li> <li>• Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Bd. 5, Analysen und Messverfahren, Verlag Chemie Weinheim</li> </ul> <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Ulrich Giese

<b>Instrumentelle Methoden 2</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 159 h		
Davon Präsenzzeit: 65 h		Davon Selbststudium: 94 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B. Sc. Chemie B. Sc. Biochemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b>  Vermittlung vertiefter theoretischer Kenntnisse und deren Anwendung zu den Themengebieten des Moduls Instrumentelle Methoden 2 (für Fortgeschrittene aufbauend auf den Semester 1 bis 3). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Instrumentelle Methoden 2 wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>• die verschiedenen Messmethoden nach ihren Anwendungsbereichen zu unterscheiden und zu beurteilen, sowie ihre Präzision einzuschätzen.</li> <li>• die Verfahren in den Praktika anzuwenden und die Messergebnisse strukturanalytisch auszuwerten.</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b>  Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Kohärenzspektroskopie:</i> Molekulares elektrisches Dipolmoment, magnetisches Kernmoment, Bahndrehimpuls, Kernspin, elektromagnetische Strahlung, zeitabhängige Schrödingergleichung, von-Neumann-Gleichung, Dichtematrix, optische Blochgleichungen, Besetzungsdifferenz, Polarisation, Magnetisierung, Freier Induktionszerfall (FID), Besetzungsrelaxation, Kohärenzrelaxation, Maxwell-Gleichungen, Zeitdomäne, Frequenzdomäne, FT-Spektroskopie, Radiofrequenz(NMR)-Spektroskopie, Mikrowellen(Rotations)- Spektroskopie, LASER(Schwingungs)-Spektroskopie.  <i>NMR:</i> Physikalische Grundlagen - Kernspins im Magnetfeld, , Einführung Fourier-Transform-NMR; Spin-Gitter und Spin-Spin-Relaxation; Aufbau eines NMR-Spektrometers; Strukturabhängigkeit der <sup>1</sup> H- und <sup>13</sup> C-chemische Verschiebungen; Inkrementenregeln; Zusammenhang von Molekülsymmetrie, Isochronie und Äquivalenz; wichtige Spin-Systeme; Chiralitätseffekte; Moleküldynamik; Temperaturabhängige NMR - NMR-Zeitskala; Grundlagen klassische Vektordarstellung und quantenmechanische Beschreibung; FID in NMR, Blochsche Gleichungen in NMR; Spin-Relaxation und dynamische Prozesse; T <sub>1</sub> ( <sup>13</sup> C); KernOverhauser-Effekt; Spin-Echo; J-Modulation; Polarisationstransfer; Zweidimensionale NMR-Verfahren.  <i>Massenspektrometrie:</i> Begriffsdefinitionen, Aufbau von Massenspektrometern, Probeneinlasssysteme, Ionisierungstechniken (EI, CI, ESI, APCI, MALDI), Trennverfahren (Sektorfeld, Quadrupol, Ionenfalle, TOF-MS), Detektion, Kopplungstechniken (LC/GC-MS, MS/MS), Molekulargewichtsbestimmung, Isotopenzusammensetzungen, Fragmentierungsreaktionen, Strukturanalyse, Bestimmung der elementaren Zusammensetzung  <i>UV-Spektroskopie:</i> Theoretische Grundlagen, Geräteaufbau, Elektronenübergänge, chromophore Gruppen, Einfluß der Molekülgeometrie, Inkrementen-Methode für konjugierte Diene und Enone <i>Chromatographie:</i> Theoretische Grundlagen, Phasenchemie, van-Deemter-Diagramm, Flüssigchromatographie (LC), Hochdruckflüssigchromatographie (HPLC), Gaschromatographie (GC)  <i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i> Verständnis, Umgang und Anwendung der modernen Methoden und Techniken in molekularer Spektroskopie, Spektrometrie und Chromatographie in angrenzenden Fächern wie Analytik, Forensik, Umweltchemie, Lebenswissenschaften.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	

4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Mathematik und Physik, Grundlagen der Anorganischen, Organischen und Physikalischen Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>schriftliche Prüfung</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>J. I. Steinfeld, Molecules and Radiation, Dover, Mineola, 2005.</li> <li>M. Quack, F. Merkt, eds., Handbook of High-Resolution Spectroscopy, Wiley &amp; Sons, Chichester, 2011</li> <li>J. Keeler, "Understanding NMR Spectroscopy" Wiley-VCH 2010</li> <li>H. Friebolin, "Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy", Wiley-VCH 2011</li> <li>E.D. Becker, "High-Resolution NMR: Theory and Chemical Applications", Academic Press 2000</li> <li>J.W. Akitt &amp; B.E. Mann, "NMR and Chemistry: An introduction to modern NMR spectroscopy", Stanley Thornes 2000 (Chapman &amp; Hall 1992)</li> <li>Hesse - Meyer, Zeh, "Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie" Wiley-VCH 2016</li> <li>Schedt, Vogt „Analytische Trennmethoden“ Wiley-VCH 2010</li> </ul>
7	<b>Weitere Angaben</b> Keine
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie ( <a href="https://www.pci.uni-hannover.de/">https://www.pci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Gerald Dräger, apl. Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow, Dr. Linn Karen Müggenburg

<b>Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 78 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	<p><b>Qualifikationsziele</b></p> <p>Die Entstehung von Festkörpern aus ihren gelösten Bestandteilen ist ein fundamentaler Schritt, in dem sich erste Struktur sowie Morphologie entwickeln. Deshalb ist das Verständnis der atomaren/molekularen Mechanismen der zugrunde liegenden Prozesse u.a. für die Realisierung zielgerichteter Material-Synthesen unbedingt erforderlich. Ziel des Moduls ist die Vermittlung eines erweiterten Verständnisses verschiedener Nukleations-, Wachstums- und Kristallisationstheorien, ihrer Anwendung, sowie der Methoden ihrer experimentellen Analyse. Der Fokus liegt hierbei auf wässrigen Systemen.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls „Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen“ wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden.</li> <li>2. experimentelle Beobachtungen hinsichtlich der verschiedenen, existierenden Theorien einzuordnen und deren jeweilige Vorhersage- und Erklärungskraft auszunutzen.</li> <li>3. zu verstehen, welche Stellschrauben —von der Verwendung von Additiven bis zur Rolle relevanter physikalisch-chemischer Parameter— zur Beeinflussung der Festkörperbildung existieren.</li> <li>4. die Grenzen der verschiedenen Theorien zu erfassen und jeweils offene Fragen zu identifizieren.</li> <li>5. eigene wissenschaftliche Ideen im Bereich der Erforschung der Festkörperbildung zu entwickeln.</li> </ol>	
2	<p><b>Inhalte des Moduls</b></p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Vorlesung Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Konzepte und Grundbegriffe</li> <li>• Theoretische Grundlagen der Nukleation: Klassische Nukleationstheorie, „2-step Nucleation“, Pränukleationscluster-Weg</li> <li>• Möglichkeiten und Parameter zur Beeinflussung von Nukleationsprozessen im Rahmen der besprochenen Theorien: Heterogene und Additiv-kontrollierte Nukleation</li> <li>• spezielle Analytik der Frühphasen der Festkörperbildung</li> <li>• <b>Übersicht des Forschungsstandes für ausgewählte Modellsysteme:</b> Beispiele von Nukleationsmechanismen</li> <li>• Theoretische Grundlagen des Kristallwachstums: Klassische und nicht-klassische Kristallisation, „Oriented Attachment“, Additiv-kontrollierte Kristallisation, Mesokristalle, klassische und nicht-klassische Morphosynthese</li> <li>• Bildung von Gläsern und Gelen</li> <li>• <b>Übersicht des Forschungsstandes für ausgewählte Modellsysteme:</b> Beispiele von Kristallisationsmechanismen</li> <li>• <b>Industrielle Anwendungen:</b> Einkristallzucht, Massenkristallisation, Partikelsynthese</li> <li>• Methoden der Formgebung: dünne Filme und heterogene Konstrukte</li> </ul> <p><i>Seminar Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung und Analyse von Entwicklungen in der Forschung zur Festkörperbildung anhand aktueller aber auch klassischer Fachpublikationen</li> </ul> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritisches Lesen englischer Primärliteratur (Fachjournalartikel).</li> </ul>	
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Seminar</li> </ul>	



4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Solide Grundkenntnisse in Anorganischer, Analytischer und Physikalischer Chemie
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> <b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)</li> </ul>
6	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>D. Kashchiev, Nucleation — Basic Theory with Applications, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000; ISBN 07506 4682 9</li> <li>J. W. Mullin, Crystallization, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001; ISBN 9780750648332</li> <li>H. Cölfen, M. Antonietti, Mesocrystals and Nonclassical Crystallization, Wiley, Chichester, 2008; ISBN 978-0-470-02981-7</li> <li>A. E. S. Van Driessche, M. Kellermeier, L. G. Benning, D. Gebauer; Eds. New Perspectives on Mineral Nucleation and Growth, Springer, Cham, 2017; ISBN 978-3-319-45667-6</li> </ul> Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
7	<b>Weitere Angaben</b> Dozenten: Gebauer
8	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie ( <a href="https://www.aci.uni-hannover.de/">https://www.aci.uni-hannover.de/</a> )
9	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Denis Gebauer

<b>Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 8 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 105 h Davon Selbststudium: 135 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Analytik		
<b>1</b>	<p><b>Qualifikationsziele</b> Vermittlung vertiefter Kenntnisse zu funktionalen Koordinationsverbindungen der Übergangselemente in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende).</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Koordinationsverbindungen (Komplexe) der Übergangselemente vom Werner-Typ zu erkennen, zu benennen und darzustellen.</li> <li>2. erworbene vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Bereichen der Koordinationsverbindungen wiederzugeben und zu erläutern.</li> <li>3. besondere physikalische und chemische Eigenschaften der Koordinationsverbindungen zu erkennen, abzuschätzen und weiterzuentwickeln.</li> <li>4. Koordinationsverbindungen mit Eigenschaften die auf offene elektronische d-Schalen zurückzuführen sind zu erkennen und im wissenschaftlichen Kontext einzuordnen.</li> <li>5. besondere analytische Verfahren zur Charakterisierung von Übergangselementverbindungen einzuordnen.</li> <li>6. erworbenes Wissen zur Vielfalt an molekularen, supramolekularen und polymeren Koordinationsverbindungen zu nutzen, um die sich aus den Eigenschaften ergebenden vielfältigen Einsatzmöglichkeiten als innovative Materialien zu erkennen.</li> <li>7. spezielle analytische spektroskopische (Mößbauer, UV/Vis) und magnetische (SQUID) Verfahren zur Charakterisierung von Übergangselementverbindungen zu nutzen.</li> <li>8. an aktuellen Beispielen besprochene Methoden zur Synthese von molekularen und polymeren Koordinationsverbindungen eigenständig auf andere Systeme zu übertragen und so neue Verbindungen herzustellen.</li> <li>9. die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen der Koordinationsverbindungen zu verstehen und einzuordnen.</li> </ol>	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b> Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Vorlesung Funktionale Koordinationsverbindungen</i> In der Vorlesung werden sowohl Vielkern- und supramolekulare Komplexe vom Werner-Typ (z.B. Rotaxane, Catenane, molekulare Gitter, Metallacyklen und -käfige) als auch kristalline und amorphe Koordinationspolymere der Übergangselemente behandelt. Moderne Verfahren zur Synthese von supramolekularen Komplexen (z. B. Selbstorganisation, Templat-Synthesen) und Koordinationspolymeren (Kristall-Engineering, retikuläre Synthese) werden vorgestellt. Die magnetischen und optischen Eigenschaften werden umfangreich behandelt. Stichpunkte sind hier Einzelmolekülmagnete, Komplexe mit kooperativen magnetischen Eigenschaften wie Ferro- und Antiferromagnetismus sowie schaltbare bistabile Spin-Crossover-Komplexe. Mit Blick auf supramolekulare Koordinationsverbindungen soll das Konzept der molekularen Maschinen vorgestellt werden. Die besonderen Eigenschaften poröser Polymere (metallorganische Gerüstverbindungen) sollen behandelt werden. Dies erfordert eine Einführung in die Betrachtung komplexer kristalliner Verbindungen aus geometrischer und topologischer Sicht (netzbasierte Strukturchemie). Weiterhin soll auf das völlig neue Gebiet der nanoskaligen Koordinationspolymere eingegangen werden. Typische Methoden zur Charakterisierung von Koordinationsverbindungen mit offener d-Schale werden behandelt: Mößbauer-Spektroskopie, ESR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, Methoden zur Messung der magnetischen Eigenschaften (SQUID).</p> <p><i>Experimentelle Übungen Funktionale Koordinationsverbindungen</i></p> <p>Es sollen sowohl molekulare als auch polymere Koordinationsverbindungen hergestellt werden. Die</p>	

	<p>Beispiele stammen aus den Bereichen der schaltbaren Spin-Crossover-Komplexe und porösen kristallinen Koordinationspolymere. Neben einer ersten Standardcharakterisierung werden von den hergestellten Verbindungen Mößbauer- und UV/Vis-Spektren aufgenommen und ausgewertet. Ferner soll die magnetische Suszeptibilität in Abhängigkeit von der Temperatur auf einem SQUID gemessen werden. Von einem Koordinationspolymer wird die Kristallstruktur nach Intensitätsmessungen auf einem Röntgen-Einkristalldiffraktometer bestimmt und beschrieben.</p> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle wissenschaftliche Lehr-, Arbeits- und Präsentationstechniken: Die Studierenden lernen, sich in spezielle Themenbereiche einzuarbeiten, sich diese anzueignen, zu verwenden und in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden lernen aus den Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu erkennen.</li> <li>• Die Studierenden erlernen Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren.</li> <li>• Die Studierenden erlernen komplexe Problemlösungswege anhand des westlichen Weges der Abstraktion im Vergleich zum holistischen östlichen Ansatz zu erkennen und anzuwenden.</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Experimentelles Seminar</li> </ul>
4	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b></p> <p>Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie</p>
5	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Studienleistungen:</b> Experimentelles Seminar Funktionale Koordinationsverbindungen</li> <li>• <b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120min oder mündliche Prüfung 30min</li> </ul>
6	<p><b>Literatur</b></p> <p><i>Vorlesung Funktionale Koordinationsverbindungen</i> L. Gade, Koordinationschemie, Wiley-VCH, 1998 C. Janiak in E. Riedel (Hrsg), Moderne Anorganische Chemie, de Gruyter, 2007 J. R. Gispert, Coordination Chemistry, Wiley-VCH, 2008 J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin; Aktuelle Übersichts- und Originalartikel aus der Literatur. <i>Experimentelle Übungen Funktionale Koordinationsverbindungen</i> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.</p>
7	<b>Weitere Angaben</b>
8	<p><b>Organisationseinheit</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie , LE Chemie; (<a href="http://www.aci.uni-hannover.de">http://www.aci.uni-hannover.de</a>)</p>
9	<p><b>Modulverantwortliche/r</b></p> <p>Prof. Dr. Franz Renz</p>

<b>Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Chemie	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 45 h Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Analytik		
<b>1</b>	<p><b>Qualifikationsziele</b> Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der Radioanalytik extraterrestrischer Materialien durch In-Situ Messungen bei Weltraummissionen (für Masterstudierende).</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. spezielle Messmethoden der Radioanalytik zu verstehen.</li> <li>2. die physikalischen und chemischen Grundlagen der einzelnen Messmethoden zu verstehen.</li> <li>3. die für die unterschiedlichen Einsatzgebiete geeigneten Methoden auszuwählen.</li> <li>4. die Messdaten zu analysieren, zu verstehen, und zu interpretieren</li> <li>5. an aktuellen Beispielen besprochene Methoden auf andere Systeme und Einsatzgebiete zu übertragen.</li> </ol>	
<b>2</b>	<p><b>Inhalte des Moduls</b> Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Vorlesung Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</i></p> <p>In der Vorlesung werden die verschiedenen radioanalytischen Methoden und Verfahren besprochen, insbesondere ihr Funktionsprinzip. Dabei wird eingehend auf die physikalischen und chemischen Grundlagen eingegangen. Ein Schwerpunkt wird sein, die Empfindlichkeit der unterschiedlichen Methoden zu erarbeiten, und ihre Nachweisgrenzen. Typische Methoden zur Charakterisierung werden behandelt: Mößbauer-Spektroskopie, ESR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, andere optische Methoden, Röntgenfluoreszenz und Röntgenspektroskopie, Neutronenspektrometrie, Gamma-Spektrometrie, etc..</p> <p><i>Seminar Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</i></p> <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle wissenschaftliche Lehr-, Arbeits- und Präsentationstechniken: Die Studierenden lernen, sich in spezielle Themenbereiche einzuarbeiten, sich diese anzueignen, zu verwenden und in geeigneter Form schriftlich zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden lernen aus den Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu erkennen.</li> <li>• Die Studierenden erlernen Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren.</li> </ul>	
<b>3</b>	<p><b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Seminar</li> </ul>	
<b>4</b>	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in anorganischer und physikalischer Chemie, Atomphysik</p>	
<b>5</b>	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Studienleistungen:</b> Seminar Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</li> <li>• <b>Prüfungsleistungen:</b> Klausur 120min oder mündliche Prüfung 30min</li> </ul>	
<b>6</b>	<p><b>Literatur</b> <i>Vorlesung Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</i> Carle M. Pieters and Peter A.J. Englert, Remote Geochemical Analysis: Elemental and Mineralogical Composition, Cambridge University Press, 1993. ISBN 0-521-40281-6. W.G. Rees, Physical Properties of Remote Sensing, Cambridge University Press, 2012. P. Güttlich, E. Bill, A.X. Trautwein, Mössbauer Spectroscopy and Transition Metal Chemistry, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2011. ISBN: 978-3-540-88428-6. Lucy-Ann McFadden, Paul R. Weissmann, Torrence V. Johnson (eds.), Encyclopedia of the Solar System,</p>	

---

	Sec. Ed.; Elsevier Academic Press 2007; ISBN-13: 978-0-12-088589-3. <b>Seminar Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</b> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben. Optional findet eine Exkursion.
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b>
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie , LE Chemie; ( <a href="http://www.aci.uni-hannover.de">http://www.aci.uni-hannover.de</a> )
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Franz Renz

## Wahlmodul: Elektrotechnik

<b>MOS-Transistoren und Speicher</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Elektrotechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erlernen den Aufbau, die Funktionsprinzipien und Eigenschaften von MOS-Dioden und MOS-Feldeffekttransistoren. Darauf aufbauend werden Modelle des statischen und dynamischen Verhaltens von MOSFETs erarbeitet. Im letzten Abschnitt werden Speicher und Ladungsverschiebungselemente unter besonderer Berücksichtigung der Technologie hochintegrierter Schaltungen vorgestellt.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die MOS-Diode</li> <li>• Aufbau und Funktionsprinzip der idealen und realen MOS-Diode</li> <li>• Kapazitäts-Spannungs-Verhalten der MOS-Diode</li> <li>• der MOS-Feldeffekttransistor (MOSFET)</li> <li>• Aufbau und Funktionsprinzip des MOSFET</li> <li>• Modelle zur Beschreibung des statischen und dynamischen Verhaltens von Langkanal-MOSFETs</li> <li>• Skalierung von MOSFETs und Kurzkanaleffekte</li> <li>• SOI und Power-MOSFETs</li> <li>• MOSFET-Grundsaltungen</li> <li>• Speicher und Ladungsverschiebungselemente</li> <li>• SRAM, DRAM; EPROMs, Flash-EEPROMs und Multibitspeicherung</li> <li>• Entwicklungstrends in der Speichertechnologie</li> <li>• CCDs</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Halbleiterbauelemente; Grundlagen der Materialwissenschaften	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labor</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Vorlesungsskript und dort angegebene Literatur	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik ( <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">https://www.mbe.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Tobias Wietler	

<b>Grundlagen der elektrischen Messtechnik</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul: Elektrotechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Einführung in die Grundlagen der Messtechnik und Demonstration an typischen Aufgaben.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe</li> <li>• mathematisches Modell des Messvorgangs</li> <li>• Dynamik zeitkontinuierlicher Messsysteme</li> <li>• stationärer Zustand</li> <li>• Messkennlinien</li> <li>• Abgleichverfahren</li> <li>• Linearisierung um Betriebspunkt</li> <li>• Übertragungsverhalten im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Fouriertransformation</li> <li>• aktive und passive Verbesserung des Übertragungsverhaltens</li> <li>• Verstärkung analoger Messsignale (Operationsverstärker)</li> <li>• passive und aktive Filterung analoger Messsignale</li> <li>• Messwert- und Messfehlerstatistik</li> <li>• Fehlerquellen; Arten von Messfehlern</li> <li>• Häufigkeitsverteilungen zufälliger Fehler</li> <li>• Fehlerfortpflanzung; lineare Regression und Korrelation für Paare unterschiedlicher Messgrößen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Hörsaalübung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I-III	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Literaturliste zur Vorlesung oder unter <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/de/lehre/grundlagenstudium/">https://www.geml.uni-hannover.de/de/lehre/grundlagenstudium/</a></li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Heyno Garbe, Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann, Dr.-Ing. Erik Bunert	

<b>Wirkungsweise und Technologie von Solarzellen</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Elektrotechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 45 h
Davon Selbststudium: 75 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erlangen vertieftes grundlegendes Verständnis der Funktionsweise von Silizium-Solarzellen und deren Herstellungstechnologie, Verständnis von Wirkungsgrad Grenzen und real auftretenden Verlustmechanismen in Solarzellen sowie grundlegende Kenntnisse der Bauteil- und Prozesscharakterisierung.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Elektronische) Struktur kristalliner Halbleiter</li> <li>• Elektronenübergänge im Kristall: Generation und Rekombination</li> <li>• Energetische Verteilung der Elektronen im Halbleiter: (Quasi-)Fermi-Verteilung und die "ideale Solarzelle"</li> <li>• Kontaktformation, Elektronischer Transport und Bedeutung des p-n Überganges für Solarzellen - Typische Materialien und Bauteilstrukturen der Photovoltaik</li> <li>• Präparation und Charakterisierung von Solarzellen-Emittern - Beschichtungen von Silizium-Solarzellen: Optik und Passivierung</li> <li>• Technologie der Solarzellenrückseite: Back Surface Field</li> <li>• Solarzellenmetallisierung: Technologie und elektrische Verlustmechanismen</li> <li>• Solarmodulfertigung</li> <li>• Vertiefungsthemen: Defekt-Gettern, Volumenpassivierung, Degradation</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Materialwissenschaft, Grundlagen der Halbleiterbauelemente	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik ( <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">https://www.mbe.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Jun.-Prof. Dr. Robby Peibst	



<b>Blockpraktikum Labor- und Simulationspraxis Solarenergie</b>		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Elektrotechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 60 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik B.Sc. Meteorologie B.Sc. Elektrotechnik		
1	<b>Qualifikationsziele</b>  Die Lehrveranstaltung in Form einer einwöchigen Blockveranstaltung in den Semesterferien führt in die Grundlagen der Photovoltaik ein. Anhand von Experimenten im Labor lernen die Studierenden optische und elektronische Halbleitermesstechnik kennen, die in der Photovoltaikforschung zum Einsatz kommt. Auf Basis der gewonnenen Messdaten werden im zweiten Teil der Veranstaltung in Form einer Übung Solarzellen simuliert. Abschließend präsentieren die Studierenden ihre gemessenen und simulierten Ergebnisse in einem kurzen wissenschaftlichen Vortrag. Abweichungen zwischen Messung und Simulation werden diskutiert. Die Laborversuche finden am Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) statt, die Computerübung findet im PC-Pool der Abteilung Solarenergie am Institut für Festkörperphysik statt.	
2	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Photovoltaik, also im Wesentlichen Optik und Halbleiterphysik</li> <li>• Physikalische Grundlagen und Funktionsweise der verwendeten Messgeräte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Spektrophotometer zur Messung des Reflexionsgrades von Solarzellen und anderen Proben</li> <li>○ Quasi Steady State Photoconductance Decay (QSSPC)-Messung zur Bestimmung der Ladungsträgerlebensdauer in Halbleitern</li> <li>○ 4-Spitzen-Widerstandsmessung zur Bestimmung des Schichtwiderstands von Halbleitern</li> </ul> </li> <li>• Systematische Analyse und Bewertung von Messergebnissen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metrologische Grundlagen</li> <li>○ Systematische Betrachtung und Analyse von Messunsicherheiten</li> </ul> </li> <li>• Einführung in numerische Computersimulationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Numerische Halbleitersimulationen zur Bestimmung der Strom-Spannungs-Kennlinie und damit des Wirkungsgrades der Energiewandlung von Solarzellen</li> <li>○ Raytracing-Simulationen zur Untersuchung der optischen Eigenschaften von Solarzellen und Solarmodulen</li> </ul> </li> <li>• Halten eines wissenschaftlichen Vortrags</li> </ul>	
3	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• praktische Laborarbeit</li> <li>• praktische Computerübung</li> <li>• Präsentation</li> </ul>	
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• Präsentation</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>		

---

<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• M. A. Green: Solar Cells - Operating Principles, Technology and System Application, University of New South Wales, 1992</li><li>• C. Schinke, M. R. Vogt, K. Bothe: Optical modeling of photovoltaic modules with ray tracing simulations, Photovoltaics Modeling Handbook, Wiley/Scrivener, 2018</li><li>• F. Adunka: Messunsicherheiten, Vulkan Verlag, 2007</li><li>• Skript zur Blockveranstaltung mit weiterführenden Literaturhinweisen</li></ul>
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> <p>Blockveranstaltung in den Semesterferien. Teilnahmebeschränkung: 20 TeilnehmerInnen. Anmeldung über Stud.IP und Teilnahme an der Vorbesprechung kurz vor den Semesterferien erforderlich.</p>
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> <p>Fakultät für Mathematik und Physik: Abteilung Solarenergie (<a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/solar.html">https://www.fkp.uni-hannover.de/solar.html</a> )</p>
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> <p>Dr. Carsten Schinke, Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel</p>

<b>Mikro- und Nanosysteme: Modellierung, Charakterisierung, Herstellung und Anwendung</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Elektrotechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 82 h		Davon Präsenzzeit: 42 h Davon Selbststudium: 40 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik B.Sc. Mechatronik B.Sc. Computergestützte Ingenieurwissenschaften B.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen (Studienrichtung Elektrotechnik) Lehramt Technical Education Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen einen Überblick über alle Aspekte bei Entwurf, Herstellung, Charakterisierung und ausgewählten Anwendungen von Mikro- und Nanosystemen erhalten, mit einem Fokus auf den Besonderheiten, die sich durch die Miniaturisierung der Systeme ergeben.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Effekte auf kleinen Größenskalen</li> <li>• Modellierung von Mikro- und Nanosystemen mittels Netzwerktheorie und finiten Elementen</li> <li>• Klassische Herstellungsverfahren (Siliziumtechnik, Photolithographie) und deren Grenzen im Hinblick auf Mikro- und Nanosysteme</li> <li>• Spezielle Herstellungsverfahren (u.a. Direktschreibverfahren, Nano-Imprinting, Laserphotopolymerisation)</li> <li>• Charakterisierungsmethoden (u.a. Rastersonden-Methoden, SEM, FIB)</li> <li>• Verschiedene Anwendungsfelder, u.a. Cantilever, biomedizinische Sensoren</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> <li>• praktische Laborarbeit</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Physik und Grundkenntnisse über Werkstoffe und Systemtheorie (Grundstudium)	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumsprotokoll + Ilias-Test</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Prüfung (120 min)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barat Bhushan (Ed.): Springer Handbook of Nanotechnology. Springer Berlin Heidelberg, 3. Auflage, 2010</li> <li>• Cornelius T. Leondes (Ed.): MEMS/NEMS Handbook - Techniques and Applications. Springer US, 1. Auflage, 2006</li> <li>• Horst-Günther Rubahn: Nanophysik und Nanotechnologie. Teubner Wiesbaden, 2. Auflage, 2004</li> <li>• Edward L. Wolf: Nanophysik und Nanotechnologie. Wiley-VCH Weinheim, 1. Auflage, 2015</li> <li>• Tai-Ran Hsu: MEMS and Microsystems: Design and Manufacture. McGraw-Hill Boston, 2. Auflage, 2002</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b>	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Julia Körner	

<b>Sensorik und Nanosensoren</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter-/ Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Elektrotechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 90 h Davon Selbststudium: 60 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik B.Sc. Nanotechnologie (Kompetenzfeld Elektrotechnik und Informatik)		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen einen Überblick über die verschiedenen Sensorprinzipien und Messmethoden zur Erfassung nicht-elektrischer Größen erhalten. Es werden sowohl die gängigen physikalischen, optischen, chemischen und biochemischen Sensoren und Messmethoden als auch Nanosensoren vorgestellt, die aufgrund ihrer Eigenschaften völlig neue Möglichkeiten in der Sensorik bieten. Die Studierenden sollen die oben genannten Messprinzipien verstehen, qualitativ und quantitativ analysieren und mit angepassten Methoden neue Messaufgaben lösen können.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Theoretische Grundlagen und Anwendungsbeispiele verschiedener Sensorprinzipien (physikalisch, halbleitend, optisch, chemisch und biochemisch) und Messmethoden zur Erfassung nicht-elektrischer Größen: Temperatur, geometrische Größen (Weg, Winkel, Lage, Position, Füllstand), mechanische Größen (Kraft, Druck, Masse, Drehmoment, Dichte, Viskosität, Oberflächenspannung), kinematische Größen (Drehzahl, Beschleunigung, Geschwindigkeit), strömungstechnische Größen (Volumenstrom, Massendurchfluss), Magnetfeld, optische und akustische Größen, chemische und biochemische Größen (Feuchte, pH-Wert, Stoffkonzentration), Nanosensoren.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Keine. Ein gutes Verständnis physikalisch-naturwissenschaftlicher Zusammenhänge ist hilfreich. Das Labor "Sensorik - Messen nicht-elektrischer Größen" und die Vorlesung "Sensoren in der Medizintechnik" sind empfehlenswerte Ergänzungen.	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausübung (1 LP)</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche oder mündliche Prüfung (4 LP)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de">https://www.geml.uni-hannover.de</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

<b>Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizin-Sensorik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlmodul
<b>Leistungspunkte</b> 5 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Wahlmodul Elektrotechnik	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 150 h      Davon Präsenzzeit: 60 h      Davon Selbststudium: 90 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik M.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen einen Überblick über die Anwendungsmöglichkeiten von Mikro- und Nanosensoren in der Biomedizintechnik erhalten. Dazu werden zunächst grundlegende Kenntnisse zu Werkstoffen, Herstellungs- und Charakterisierungsmethoden, Sensorikkonzepten und Physiologie und Chemie vermittelt und anschließend verschiedene Anwendungen im Detail betrachtet. Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse sollen in der Übung und in einem Laborpraktikum vertieft werden. Im Praktikum soll in Versuchen während des Semesters in Kleingruppen von den Studenten ein Hydrogel-basierter Sensor hergestellt, elektrisch charakterisiert und in einem einfachen Versuchsaufbau zur Detektion eines physiologischen Parameters (pH-Wert, Ionenkonzentration, Glukosegehalt) getestet werden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizinsensorik</li> <li>2. Grundlagen der Sensorik und Messtechnik (allgemein und spezielle Anforderungen im Rahmen der Biomedizin-Anwendung)</li> <li>3. Physiologische und chemische Grundlagen (z.B. Zellbiologie, Entzündungsreaktionen)</li> <li>4. Sensorikkonzepte in der Biomedizinsensorik (Strategien zur Modulation der Immunantwort, Besonderheiten für Sensoren im Gehirn, Testmethoden für Sensoren und Materialien)</li> <li>5. Materialien für biomedizinische Sensoranwendungen (Anforderungen, anwendungsspezifische Besonderheiten) Smarte Polymere als Sensorelemente (Grundlagen, Wirkprinzipien, Anwendungsbeispiele)</li> </ol>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (2 SWS)</li> <li>• Übung (1 SWS)</li> <li>• Labor (1 SWS)</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Grundlagen der Sensorik und Messtechnik Grundlagen der Physik und Elektrotechnik Grundkenntnisse Werkstoffe	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumsprotokoll + Ilias-Test</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur (120min)</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hans-Rolf Tränkler, Leo Reindl: Sensortechnik – Handbuch für Praxis und Wissenschaft. Springer Vieweg, 2. Auflage, 2018</li> <li>• Elmar Schrüfer: Elektrische Messtechnik: Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen. Carl Hanser Verlag, 9. Auflage, 2007</li> <li>• Thomas Elbel: Mikrosensorik – Ein Einführung in Technologie und physikalische Wirkprinzipien vob Mikrosensoren, Vieweg + Teubner, 1. Auflage, 1996</li> <li>• David A. Puleo and Rena Bizios: Biological Interactions on Materials Surfaces – Understanding and Controlling Protein, Cell, and Tissue Responses, Springer, 2009</li> <li>• Jeremy C. Wright and Diane J. Burgess: Long Acting Injections and Implants, Advances in Delivery Science and Technology, Springer, 2012</li> <li>• Y. Chandorkar et al.: The Foreign Body Response Demystified, ACS Biomaterials Science &amp; Engineering 5:19, 2019</li> <li>• J. M. Anderson et al.: Mechanisms of Inflammation and Infection with Implanted Devices, Cardiovascular</li> </ul>	

---

	<p>Pathology 2(3) Suppl.:335, 1993</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• N. Maheshwari et al: A Technology Overview and Applications of Bio-MEMS, Journal of ISSS 3(2):39, 2014</li><li>• M. C. Koetting et al.: Stimulus-responsive hydrogels: Theory, modern advances, and applications, Materials Science and Engineering R: Reports 93:1, 2015</li></ul>
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> keine
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de">https://www.geml.uni-hannover.de</a> )
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Julia Körner

## Laborpraktika

<b>Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik für Nanotechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- oder Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Laborpraktikum	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 90 h	Davon Selbststudium: 30 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Physik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden erwerben spezielle praktische Fertigkeiten und Kenntnisse der Festkörperphysik und können die entsprechend erforderlichen Methoden selber anwenden. Dabei entwickeln sie neben dem Fachwissen auch ihre Kommunikationsfähigkeit und Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen weiter.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenhalbleffekt</li> <li>• Epitaxie</li> <li>• Vakuumtechnik</li> <li>• Bindungszustände an Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Beugungsverfahren mit Röntgenstrahlen und langsamen Elektronen</li> <li>• Tunnelmikroskopie und -spektroskopie</li> <li>• Nanostrukturierung, Elektronenstrahlolithographie</li> <li>• Elektronenmikroskopie</li> <li>• Resonantes Tunneln</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Protokoll</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Wird im Praktikum angegeben.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik ( <a href="https://www.fkp.uni-hannover.de/">https://www.fkp.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Dr. Tammo Block	

<b>Laborpraktikum Halbleitertechnologie</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Laborpraktikum	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das Labor vermittelt anhand mehrerer Versuche praxisnah die wichtigen Aspekte der Herstellung von mikroelektronischen Bauelementen.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Die Teilnehmer werden in dem Labor alle zur Herstellung einer integrierten Schaltung notwendigen Prozessschritte kennen lernen und zum größten Teil selbst ausführen. Die von den Teilnehmern hergestellten Halbleiterbauelemente werden elektrisch charakterisiert.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse aus den Vorlesungen "Halbleitertechnologie" und "Grundlagen der Halbleiterbauelemente" sind Voraussetzung für die Teilnahme an dem Labor.	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Protokoll</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Wird im Praktikum bekanntgegeben.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Das Labor wird als Blockveranstaltung im Januar durchgeführt.	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik ( <a href="https://www.mbe.uni-hannover.de/">https://www.mbe.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. Hans-Jörg Osten	



<b>Labor für Sensorik - Messen nicht-elektrischer Größen</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Laborpraktikum	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit:	Davon Selbststudium:
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Elektrotechnik		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sollen im Rahmen praktischer Versuche verschiedene Sensorprinzipien und Messmethoden zur Erfassung nicht-elektrischer Größen kennenlernen. Hierfür werden sowohl die Prinzipien der verwendeten Sensoren erklärt als auch das vom Sensorprinzip abhängige Sensorverhalten im praktischen Einsatz demonstriert. Es sind verschiedene Versuche mit kommerziell erhältlichen aber auch während des Labors selbst zu realisierenden Sensoren durchzuführen. Darüber hinaus soll eine einfache Software zur Datenerfassung mittels LabView zur Aufnahme und Darstellung der Messdaten erstellt werden.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Theoretische Grundlagen und praktischer Umgang mit verschiedenen Sensoren (physikalisch, halbleitend, optisch, chemisch und biochemisch) und Messmethoden zur Erfassung von: Temperatur, Druck, Kraft, Torsion, Winkel, Lage, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Durchfluss, Stoffkonzentration, Feuchte, Grundlagen zur Datenerfassung mittels LabView.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>praktische Übung</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der elektrischen Messtechnik</li> <li>Sensoren in der Medizintechnik</li> <li>Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke (ehemals: Grundlagen der Elektrotechnik I)</li> <li>Grundlagen der Elektrotechnik: Elektrische und magnetische Felder (ehemals: Grundlagen der Elektrotechnik II)</li> <li>Sensorik und Nanosensoren - Messen nicht-elektrischer Größen</li> </ul>	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kenntnisprüfung</li> <li>Teilnahme</li> <li>Protokoll</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Die in den praktischen Versuchen behandelten Sensorprinzipien und Messmethoden werden im Skript zum Labor ausführlich beschrieben.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Die Anmeldung für das Labor erfolgt über die zentrale Laborplatzvergabe der Oberstufenlabore unter <a href="http://www.tnt.uni-hannover.de/etinflabor/">www.tnt.uni-hannover.de/etinflabor/</a>	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik ( <a href="https://www.geml.uni-hannover.de/">https://www.geml.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

<b>Laborpraktikum Mikrotechnik</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Laborpraktikum	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 32 h
Davon Selbststudium: 88 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Das IMPT bietet das Mikrotechniklabor im Rahmen des Masterstudiengangs Nanotechnologie an. Inhalt dieses Labors ist die Durchführung einer beispielhaften Prozesskette zur dünnfilmtechnischen Fertigung von Mikrobauteilen, anhand welcher ein Verständnis für die grundlegenden Prozesse und Verfahren der Mikrotechnologie vermittelt werden soll. Dabei werden die Verfahren UV- und Elektronenstrahlithografie, und galvanische Abformung von den Studierenden unter Aufsicht eigenständig ausgeführt. Die hergestellten Mikrobauteile werden im Anschluss mit den Analyseverfahren REM und EDX untersucht und bewertet.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotolithographie</li> <li>• galvanische Abscheidung</li> <li>• Mikroskopie</li> <li>• Profilometrie</li> <li>• Trennschleifen</li> <li>• Konfokalmikroskopie</li> <li>• Nanoindentation</li> <li>• Elektronenstrahlithographie</li> <li>• Rasterelektronenmikroskop</li> <li>• EDX</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborversuche</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme</li> <li>• Protokoll</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumsskript</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik ( <a href="https://www.impt.uni-hannover.de/">https://www.impt.uni-hannover.de/</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

<b>Laborpraktikum Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale</b>		Kennnummer / Prüfcode
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Wahlpflicht
<b>Leistungspunkte</b> 4 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch
<b>Kompetenzbereich</b> Masterlabore	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> Master	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b> Insgesamt: 120 h   Davon Präsenzzeit: 60 h   Davon Selbststudium: 60 h		
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> M.Sc. Chemie		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der physikalischen Materialchemie in der Laborpraxis (für fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die chemische Synthese von Materialien und die physikalisch-chemische Bestimmung der Eigenschaften zu kombinieren</li> <li>2. Messergebnisse kritisch zu beurteilen und korrekt darzustellen</li> <li>3. Nasschemische Synthesen von gängigen Halbleiternanokristallen durchzuführen</li> <li>4. Nasschemische Synthesen von gängigen Edelmetallnanopartikeln durchzuführen</li> <li>5. Elastomere Nanokomposite herzustellen und zu charakterisieren</li> <li>6. Die Herstellungsmethode mittels Mikrowellenheizen in der Synthese poröser Materialien anzuwenden</li> <li>7. Nanokristalline Pulver mittels Röntgenpulverdiffraktometrie zu analysieren</li> </ol>	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Synthetische Arbeiten werden mit der Probencharakterisierung und der Bestimmung wichtiger physikalisch-chemischer Parameter verknüpft: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Halbleiternanokristallen: CdSe Nanokristalle werden in verschiedenen Größen in kolloidaler Lösung synthetisiert. Die Synthese, das Aufreinigen v.a. im Fokus auf Synthesemethoden unter Inertgasatmosphäre wird erlernt.</li> <li>• Herstellung und Charakterisierung von Metallnanopartikeln: Verschiedene Metallnanopartikel werden in wässriger Lösung kolloidal synthetisiert und charakterisiert. Das Phänomen der lokalisierten Oberflächenplasmonresonanzen wird anhand spektroskopischer Untersuchungen vermittelt, ebenso wie die Größen- und Formabhängigkeit der Extinktionsspektren plasmonischer Partikel</li> <li>• Herstellung und Charakterisierung elastomerer Nanokomposite:</li> <li>• Mikrowellenheizen in der Synthese poröser Materialien: Synthese einer metallorganischen Gerüststruktur (MOF) des Typs ZIF-8 durch Mikrowellenheizen in Teflonautoklaven, Aufarbeitung des Produktes</li> <li>• Thermoelektrische Energiekonversionsmaterialien in Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen</li> </ul> Überfachliche Inhalte des Moduls sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretation und kritische Bewertung experimenteller Ergebnisse.</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laborpraktikum</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgeschlossene Durchführung aller Versuche inklusive Vorbesprechung, Durchführung und vom Betreuer abgezeichnetes Protokoll („Laufzettel“)</li> <li>• Abschlusskolloquium über die erlernten Inhalte mit Ortsbegehung beim/bei der Modulverantwortlichen</li> </ul> <b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> Die Versuchsbeschreibungen und weiterführende Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Keine	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b> Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie ( <a href="http://www.pci.uni-hannover.de">http://www.pci.uni-hannover.de</a> )	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Nadja-C. Bigall	

<b>Masterarbeit</b>		<b>Kennnummer / Prüfcode</b>
<b>Studiengang</b> M.Sc. Nanotechnologie		<b>Modultyp</b> Pflicht
<b>Leistungspunkte</b> 30 LP	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Winter- oder Sommersemester	<b>Sprache</b> Deutsch
<b>Kompetenzbereich</b> Masterarbeit	<b>Empfohlenes Fachsemester</b> 4. Mastersemester	<b>Moduldauer</b> 1 Semester
<b>Studentische Arbeitsbelastung</b>		
Insgesamt: 900 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 900 h
<b>Weitere Verwendung des Moduls</b> keine		
<b>1</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden können in einem internationalen Forschungsumfeld ein aktuelles wissenschaftliches Problem selbstständig entsprechend eines von ihnen verfassten Projektplans bearbeiten, d.h. entsprechende Experimente bzw. Berechnungen durchführen und deren Ergebnisse auswerten. Sie können die Bearbeitung der Problemstellung sowie die erzielten Ergebnisse schriftlich dokumentieren, in geeigneter Form präsentieren und diskutieren. Neben der dafür erforderlichen Fachkompetenz haben sie dabei ihre Methodenkompetenz, Teamkompetenz, Selbstkompetenz weiterentwickelt.	
<b>2</b>	<b>Inhalte des Moduls</b> Die Studierenden können in einem internationalen Forschungsumfeld ein aktuelles wissenschaftliches Problem selbstständig entsprechend eines von ihnen verfassten Projektplans bearbeiten, d.h. entsprechende Experimente bzw. Berechnungen durchführen und deren Ergebnisse auswerten. Sie können die Bearbeitung der Problemstellung sowie die erzielten Ergebnisse schriftlich dokumentieren, in geeigneter Form präsentieren und diskutieren. Neben der dafür erforderlichen Fachkompetenz haben sie dabei ihre Methodenkompetenz, Teamkompetenz, Selbstkompetenz weiterentwickelt.	
<b>3</b>	<b>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>wissenschaftliches Bearbeiten eines Teilprojekts</li> </ul>	
<b>4</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</b> Voraussetzungen: Die Zulassung zur Masterarbeit setzt voraus, dass mind. 60 Leistungspunkte erbracht sein müssen. Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>	
	<b>Studienleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	
	<b>Prüfungsleistungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>schriftliche Masterarbeit</li> <li>Vortrag</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktuelle Literatur zur jeweiligen wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li>Walter Krämer, Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit? ,1999</li> <li>Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47</li> </ul>	
<b>7</b>	<b>Weitere Angaben</b> Beginn ganzjährig möglich; Prüfungsleistung: Masterarbeit, Seminarvortrag	
<b>8</b>	<b>Organisationseinheit</b>	
<b>9</b>	<b>Modulverantwortliche/r</b> Diverse Institute	