



Modulkatalog Nanotechnologie
Bachelor- und Masterstudiengang
Sommersemester 2025

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. M. Lein (Studiendekan)

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: radatz@maphy.uni-hannover.de

Online unter:

www.lnqe.uni-hannover.de/de/studium-nanotechnologie

Einleitung.....	5
Teil A: Bachelorstudium	6
Allgemeines	6
Grundlagenstudium (104 LP).....	6
Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie (8 LP)	6
Kompetenzfeld: Chemie (15 LP)	6
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP).....	7
Kompetenzfeld: Maschinenbau (15 LP)	7
Kompetenzfeld: Mathematik (22 LP)	7
Kompetenzfeld: Physik (26 LP)	7
Vertiefungsstudium (40 LP).....	8
Kompetenzfeld: Chemie (20 LP)	8
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (20 LP)	8
Kompetenzfeld: Maschinenbau (20 LP)	9
Kompetenzfeld: Physik (20 LP)	9
Schlüsselkompetenzen (5 LP)	9
Fachpraktikum (12 Wochen, 15 LP)	10
Bachelorarbeit (480 Stunden, 16 LP).....	10
Vorgeschlagener Studienverlauf	10
Teil B: Masterstudium	12
Allgemeines	12
Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie (11 LP)	13
Wahlpflichtmodule (37-45 LP).....	14
Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe (12 LP).....	14
Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien (12 LP)	14
Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik (15 LP)	14
Wahlpflichtmodul: Materialphysik (14 LP).....	14
Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik (13 LP).....	15
Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik (15 LP).....	15
Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik (15 LP)	15
Wahlmodule (15-24 LP).....	16
Wahlmodul Physik.....	16
Wahlmodul Maschinenbau	17
Wahlmodul Chemie	17
Wahlmodul Elektrotechnik.....	18
Teil C: Verzeichnis der Kursbeschreibungen	21
Bachelorstudium: Lernergebnisse.....	21

Bachelor Nanotechnologie	23
Grundlagenstudium	23
Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie	23
Kompetenzfeld: Chemie	25
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	28
Kompetenzfeld: Maschinenbau	31
Kompetenzfeld: Mathematik	34
Kompetenzfeld: Physik	37
Vertiefungsstudium	40
Kompetenzfeld: Chemie	40
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	44
Kompetenzfeld: Maschinenbau	48
Kompetenzfeld: Physik	53
Fachpraktikum 12 Wochen	62
Bachelorarbeit	63
Masterstudium: Lernergebnisse	64
Master Nanotechnologie	66
Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie	66
Wahlpflichtmodule	69
Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe	69
Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien	72
Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik	81
Wahlpflichtmodul: Materialphysik	84
Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik	87
Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik	90
Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik	93
Wahlmodule	96
Wahlmodul: Physik	96
Wahlmodul: Maschinenbau	114
Wahlmodul: Chemie	131
Wahlmodul: Elektrotechnik	147
Masterarbeit	160

Einleitung

Liebe Studierende,

in den letzten beiden Jahrzehnten hat die Nanotechnologie, also die Forschung und Technik in Bezug auf kleinste Längenskalen zwischen 1 und 100nm, herausragende Innovationen in der Grundlagenforschung, der modernen industriellen Fertigung und den Lebenswissenschaften vorangetrieben. Zweifellos gehört sie zu den Schlüsseltechnologien dieses Jahrhunderts und ist aufgrund ihrer Interdisziplinarität ein Entwicklungsfeld, das auch in Zukunft noch außerordentlich an Bedeutung gewinnen wird. Der Nobelpreis für Chemie des Jahres 2023 wurde für die Herstellung und Erforschung von Quantenpunkten im Nanometerbereich verliehen, was die Relevanz dieses Gebietes ein weiteres Mal verdeutlicht. 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, der 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,

Manfred Lein

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	104 LP
Vertiefungsstudium (2 Vertiefungsfächer)	40 LP
Schlüsselkompetenzen	5 LP
Fachpraktikum (12 Wochen)	15 LP
Bachelorarbeit	16 LP

Grundlagenstudium (104 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	Feldhoff / Haug / Krügener / Wurz	WiSe	5 LP
Seminar Nanotechnologie	Schulze- Wischeler	WiSe	3 LP

Kompetenzfeld: Chemie (15 LP)

Allgemeine Chemie I für Nanotechnologie, Optische Technologien und Physik	Bande	WiSe	5 LP
Seminar und Praktikum Allgemeine Chemie II für Nanotechnologie, Optische Technologien und Physik	Renz	SoSe	5 LP
Chemische Thermodynamik	Weinhart	SoSe	5 LP

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP)

Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke / Grundlagenlabor I	Zimmermann, Garbe, Werle	WiSe + SoSe	8 LP
Grundlagen der Elektrotechnik: Elektrische und magnetische Felder / Grundlagenlabor II		SoSe + WiSe	10 LP

Kompetenzfeld: Maschinenbau (15 LP)

Technische Mechanik I	Junker	WiSe	5 LP
Technische Mechanik II		SoSe	5 LP
Mikro- und Nanotechnologie	Wurz	WiSe	5 LP

Kompetenzfeld: Mathematik (22 LP)

Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I	Krug	WiSe	8 LP
Mathematik für die Ingenieurwissenschaften II		SoSe	8 LP
Mathematik für die Ingenieurwissenschaften III - Numerik	Beuchler	WiSe	6 LP

Kompetenzfeld: Physik (26 LP)

Experimentalphysik Teil 1	Danzmann, Ospelkaus- Schwarzer	WiSe + SoSe	14 LP
Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene	Morgner	WiSe	8 LP
Grundpraktikum Physik für Nanotechnologie	Fleddermann	SoSe	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.

Das Modul „Anorganische Festkörperchemie“ fließt gewichtet mit 10 Leistungspunkten in die Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung ein, zusammengesetzt aus der Summe der Leistungspunkte der Module des Kompetenzbereiches Chemie.

Kompetenzfeld: Chemie (20 LP)

Chemie der Elemente	Bande, Schneider	SoSe	5 LP
Anorganische Festkörperchemie	Schneider	SoSe	5 LP
Aufbau der Materie / Computerchemie	Grabow, König, Bande, Schneider	WiSe	10 LP

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (20 LP)

Halbleiterelektronik	Krügner, Wicht	WiSe + SoSe	8 LP
Regelungstechnik I (ET)	Müller, Niemann	WiSe	7 LP
Sensorik und Nanosensoren	Zimmermann	WiSe	5 LP

Kompetenzfeld: Maschinenbau (20 LP)

Werkstoffkunde I	Maier, Möhwald	WiSe	5 LP
Werkstoffkunde II + Praktikum	Maier, Möhwald	SoSe	5 LP
Mikro- und Nanosysteme	Wurz	SoSe	5 LP
Regelungstechnik I (MB) + AML	Pape	SoSe	5 LP

Kompetenzfeld: Physik (20 LP)

Elektronik + Praktikum	Block	SoSe + SoSe/WiSe	6 LP
Quantenphysik I für Technologen	Lein	SoSe	6 LP
Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologie	Gerhardt	WiSe	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	WiSe	3 LP
Technikrecht	von Zastrow	WiSe / SoSe	5 LP
Qualitäts- und Umweltmanagement	Wurz	WiSe	5 LP
Betriebsführung	Nyhuis	SoSe	5 LP
Wissenschaftliche Methodik und Soft Skills im Ingenieurs- und Forschungsbereich	Körner	WiSe / SoSe	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 (480 Stunden, 16 LP)

Den Abschluss des Studiums bildet die Bachelorarbeit. Dabei beträgt die Bearbeitungszeit 480 Stunden, also 12 Wochen Vollzeit. Die Arbeit kann ebenso studienbegleitend geschrieben werden, daher ist der Bearbeitungszeitraum auf sechs Monate festgelegt worden. Zusätzlich zu der schriftlichen Ausarbeitung mit einem Anteil von 12 LP gehört zu der Bachelorarbeit auch ein verpflichtender Vortrag im Umfang von 4 LP. Um zur Bachelorarbeit zugelassen zu werden müssen bereits 120 Gesamt-LP (aus abgeschlossenen Modulen) des Bachelorstudiums erbracht sein. Die Anmeldung zur Bachelorarbeit erfolgt über das Antragsformular zur Zulassung der Bachelorarbeit (<https://www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium/pruefungsinfos-fachberatung/studiengang/detail/info/nanotechnologie/>).

Als Prüfer der Bachelorarbeit ist ein Mitglied der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, der Fakultät für Mathematik und Physik, der Fakultät für Maschinenbau oder der naturwissenschaftlichen Fakultät zu benennen.

Die Regelungen von der Anmeldung bis zur Einreichung von Abschlussarbeiten finden sich auch unter:

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

Vorgeschlagener 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 2024)

		1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Grundlagenbereich	Elektrotechnik (ET)	ET I "Netzwerke" (6LP, PL)	ET II "Felder" (8LP, PL ub) 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 III - Numerik (6LP, PL)				22
	Physik (MP)	Experimentalphysik Teil 1 (14LP, PL)		Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene (8LP, PL)	Grundpraktikum Physik (4LP, SL)			26
	Chemie (N)			Allgemeine Chemie I für Nanotechnologie, OT und Physik (5LP, PL)	Chemische Thermodynamik (5LP, SL) Seminar und Praktikum Allgemeine Chemie II für Nanotechnologie, OT und Physik (5LP, SL)			15
	Einführung Nano (alle Fakultäten)	Einführung in die Nanotechnologie (5LP, PL)					Seminar Nanotechnologie (3LP, SL)	
Vertiefungsbereich Natur (Chemie oder Physik)	WK Chemie (N)				Chemie der Elemente (5LP, SL)	Aufbau der Materie und Computerchemie (10 LP, PL)	Anorganische Festkörperchemie (5LP, PL)	20
	WK Physik (MP)				Elektronik (4LP, PL)	Praktikum Elektronik (2LP, SL)		20
					Quantenphysik I für Technologien (6LP, PL ub)	Einführung in die FKP (8LP, PL)		
Vertiefungsbereich Technik (ET oder MB)	WK Elektrotechnik (ET)				Grundlagen der Halbleiterbauelemente (4LP, SL)	Regelungstechnik I (ET) (7LP, PL)		20
	WK Maschinenbau (MB)				Halbleiterschaltungstechnik (4LP, PL)	Sensorik und Nanosensoren (5LP, PL)		20
				Mikro- und Nanosysteme (5LP, PL)		Regelungstechnik I + AML (5LP, PL)		
SK und FP	Schlüsselkompetenzen			Auswahl aus Veranstaltungen im Bereich Schlüsselkompetenzen gemäß Modulkatalog				5
	Fachpraktikum					Fachpraktikum (15LP, SL)		15
	Bachelorarbeit						Bachelorarbeit (16LP, PL)	16
	Leistungspunkte/ Prüfungsleistungen	24 / 4	37 / 4	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“	11 LP
3 Wahlpflichtmodule	37 - 45 LP
Wahlmodule	15 - 24 LP
Studium Generale	6 LP
Labore	12 LP
Masterarbeit (6 Monate)	30 LP

Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie

Das Pflichtmodul „Methoden der Nanotechnologie“ ist von allen Studierenden zu besuchen und vermittelt wichtige Kenntnisse aus den Methoden der Nanotechnologie.

Wahlpflichtmodule (37-45 LP)

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

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

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

Wahlmodule (15-24 LP)

Im Wahlbereich Master können Veranstaltungen aus der Liste auf Seiten 13-15 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, 12-13 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, ein Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen, ein Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik, ein Mikrotechniklabor und ein Blockpraktikum „Labor- und Simulationspraxis Solarenergie“ 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 Gesamt-LP (aus abgeschlossenen Modulen) des Masterstudiums erbracht sein. Die Anmeldung zur Masterarbeit erfolgt über das Antragsformular zur Zulassung der Masterarbeit (<https://www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium/pruefungsinfos-fachberatung/studiengang/detail/info/nanotechnologie-1>).

Als Prüfer der Bachelorarbeit ist ein Mitglied der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, der Fakultät für Mathematik und Physik, der Fakultät für Maschinenbau oder der naturwissenschaftlichen Fakultät zu benennen.

Die Regelungen von der Anmeldung bis zur Einreichung von Abschlussarbeiten finden sich auch unter: <https://www.lnqe.uni-hannover.de/de/studium-nanotechnologie/pruefungsinformationen>

Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie (11 LP)

Physikalische Materialchemie	Feldhoff	SoSe	6 LP
Quantenstrukturbauelemente für Nanotechnologie ¹	Haug	SoSe	5 LP

¹ Kenntnisse der Vorlesung „Einführung in die Festkörperphysik“ werden vorausgesetzt

Wahlpflichtmodule (37-45 LP)Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe (12 LP)

Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie	Grabow, König	WiSe	6 LP
Elektronenmikroskopie	Feldhoff	WiSe	6 LP

Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien (12 LP)

Es sind zwei Module aus dem folgenden Modulangebot zu absolvieren.

Analysis at the Nanoscale	Polarz	WiSe	6 LP
Computational Material Science: Optical Materials	Bande	WiSe	6 LP
Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen	Gebauer	WiSe / SoSe	6 LP
Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen	Renz	SoSe	6 LP
Progress in Inorganic Chemistry	Polarz	WiSe	6 LP

Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik (15 LP)

Lasermaterialbearbeitung	Overmeyer	SoSe	5 LP
Photonics	Chichkov	WiSe	5 LP
Kohärente Optik für Nanotechnologie	Rasel	SoSe	5 LP

Wahlpflichtmodul: Materialphysik (14 LP)

Physik der Solarzelle	Brendel	SoSe	5 LP
Optische Schichten für Ingenieurwissenschaften	Ristau	WiSe	5 LP
Physik der 2D Materialien für Nanotechnologie	Haug	WiSe	4 LP

Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik (13 LP)

Halbleitertechnologie	Krügener	WiSe	4 LP
Technologie integrierter Bauelemente	Krügener	SoSe	4 LP
Bipolarbauelemente	Wietler	WiSe	5 LP

Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik (15 LP)

Nanoproduktionstechnik	Wurz	SoSe	5 LP
Production of Optoelectronic Systems	Overmeyer, Evertz	WiSe	5 LP
Aufbau- und Verbindungstechnik	Wurz	SoSe	5 LP

Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik (15 LP)

Mikro- und Nanotechnik in der Biomedizin	Wurz	WiSe	5 LP
Sensoren in der Medizintechnik	Zimmermann	SoSe	5 LP
Biomedizinische Technik I	Glasmacher	WiSe	5 LP

Wahlmodule (15-24 LP)Wahlmodul Physik

Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologie ²	Gerhardt	WiSe	5 LP
Grundlagen der Lasermedizin	Heisterkamp, Lubatschowski	WiSe	4 LP
Seminar zu Photonik	Chichkov	WiSe	3 LP
Nichtlineare Optik	Jupé	SoSe	5 LP
Atom- und Molekülphysik für Nanotechnologie	Ospelkaus	WiSe	5 LP
Atom- und Molekülphysik	Ospelkaus	WiSe	8 LP
Physics of Life	Chichkov	SoSe	2 LP
Proseminar Biophotonik	Roth	WiSe / SoSe	3 LP
Fortgeschrittene Festkörperphysik	Ding	WiSe	5 LP
Introduction to Nanophysics	Ding/Zhang	SoSe	10 LP
Optical Characterization of Nanostructures	Ding	WiSe / SoSe	2 LP
Growth and Characterization of Nanostructures	Ding	WiSe / SoSe	2 LP
Energy Storage materials and devices	Zhang	WiSe	4 LP
Nanomaterials in energy storage devices	Zhang	WiSe / SoSe	2 LP
Seminar Chemie und Physik der Nanostrukturen	Haug	WiSe	4 LP
Fracture of Materials and Fracture Mechanics	Zhuang	WiSe	4 LP
Einführung in die Multiskalen- und Multiphysikmodellierung	Zhuang	WiSe	5 LP
Laborpraktikum Einführung in die Multiskalen- und Multiphysik - Modellierung	Zhuang	WiSe	2 LP
Atomoptik	Ospelkaus, Ospelkaus- Schwarzer	SoSe	4 LP

² Sofern nicht schon im Bachelorstudium belegt.

Wahlmodul Maschinenbau

Biokompatible Werkstoffe	Klose	SoSe	5 LP
Optische Analytik	Heidenblut	WiSe	4 LP
Thermodynamik chemischer Prozesse	Kabelac	WiSe	4 LP
Biomedizinische Technik II	Glasmacher	SoSe	5 LP
Optical Measurement Technology (Optische Messtechnik)	Reithmeier	WiSe	5 LP
Qualitäts- und Umweltmanagement ³	Wurz	WiSe	5 LP
Implantologie	Glasmacher	SoSe	5 LP
Laser in der Biomedizintechnik	Kaierle	WiSe	5 LP
Biophotonik	Heisterkamp	SoSe	4 LP
Entwicklungsmethodik-Produktentwicklung I	Lachmeyer	WiSe	5 LP
Oberflächentechnik	Möhwald	WiSe	4 LP
Introduction to Optical Technologies	Calà Lesina	SoSe	5 LP
Introduction to Nanophotonics	Calà Lesina	WiSe	5 LP
Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe	Bittner	WiSe / SoSe	5 LP
Chemische Analyse von Kunststoffen I	Shamsuyeva	WiSe / SoSe	5 LP
Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse	Kabelac	SoSe	5 LP
Batteriespeichersysteme	Hanke- Rauschenbach	SoSe	5 LP
Data- and AI-driven Methods in Engineering	Seel	WiSe / SoSe	5 LP

Wahlmodul Chemie

Struktur und Reaktivität Organischer Verbindungen	Heretsch	WiSe	6 LP
Anorganische Molekül- und Organometallchemie	Polarz	WiSe	3 LP
Polymere Materialien	Giese	WiSe	6 LP

Instrumentelle Methoden	Grabow	SoSe	5 LP
Anorganische Festkörperchemie	Schneider	WiSe	5 LP
Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente	Renz	SoSe	8 LP
Advanced Methods for Structure Analysis	Krysiak	SoSe	6 LP
Elektrochemie für Fortgeschrittene	Becker	WiSe / SoSe	6 LP
Intermolekulare Wechselwirkung	Becker	WiSe / SoSe	6 LP
Chemie der Elemente	Bande, Schneider	SoSe	5 LP
Anorganische Festkörperchemie	Schneider	SoSe	5 LP
Aufbau der Materie / Computerchemie	Bande, Grabow, König, Schneider	WiSe	10 LP

Wahlmodul Elektrotechnik

MOS-Transistoren und Speicher	Wietler	SoSe	5 LP
Grundlagen der elektrischen Messtechnik	Bunert/ Garbe/ Zimmermann	SoSe	5 LP
Wirkungsweise und Technologie von Solarzellen	Peibst	WiSe	4 LP
Sensorik und Nanosensoren – Messen nicht-elektrischer Größen ³	Zimmermann	WiSe	5 LP
Mikro- und Nanosysteme: Modellierung, Charakterisierung, Herstellung und Anwendung	Körner	WiSe	5 LP
Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizin-Sensorik	Körner	SoSe	5 LP

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

³ Sofern nicht schon im Bachelorstudium belegt.

Laborpraktika (12 LP)

Im Rahmen des Masterstudiums müssen drei verschiedene Labore aus dem folgenden Angebot absolviert werden:

Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik für Nanotechnologie ⁴	Block	WiSe / SoSe	4 LP
Laborpraktikum Halbleitertechnologie	Krügener	WiSe	4 LP
Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen	Zimmermann	SoSe	4 LP
Laborpraktikum Mikrotechnik	Diekmann, Wirtz	SoSe	4 LP
Blockpraktikum „Labor- und Simulationspraxis Solarenergie“	Wietler	SoSe	4 LP

⁴ Kenntnisse der Vorlesung „Einführung in die Festkörperphysik“ werden vorausgesetzt

Masterstudium Nanotechnologie (PO 2024)

	Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4	LP
Pflichtmodul "Methoden der Nanotechnologie"	Physikalische Materialchemie				11
	Quantenstrukturbauelemente				
3 Wahlpflichtmodule	Wahlkompetenzfelder: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe, Anorganische Chemie der Nanomaterialien, Lasertechnik/Photonik, Materialphysik, Mikro- und Nanoelektronik, Mikroproduktionstechnik und Biomedizintechnik				37 - 45
Wahlmodule	Wahlmodule gemäß gültiger Prüfungsordnung aus den Bereichen Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Physik				15 - 24
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
3 Labore	Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik, Laborpraktikum Halbleitertechnologie, Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen, Laborpraktikum Mikrotechnik, Blockpraktikum "Labor- und Simulationspraxis Solarenergie"				12
Masterarbeit				Masterarbeit 6 Monate	30

N: naturwissenschaftliche Fächer

alle Fakultäten

Institute / 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

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

Seminar Nanotechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 24 h	Davon Selbststudium: 66 h
Weitere Verwendung des Moduls keine		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls Themen der Nanotechnologie aus den folgenden Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> • Physik • Maschinenbau • Elektrotechnik • Chemie 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Seminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme • Präsentation 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Publikationen werden zur Verfügung gestellt 	
7	Weitere Angaben maximal 14 Teilnehmer (Stud.IP-Anmeldung). Ggf. sind zwei Gruppen möglich.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik (https://www.maphy.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Fritz Schulze-Wischeler	

Kompetenzfeld: Chemie

Allgemeine Chemie I / II für Nanotechnologie, Optische Technologien und Physik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte WiSe-Modul: 5 LP SoSe-Modul: 5 LP	Häufigkeit des Angebots Vorlesung: Wintersemester Seminar: Sommersemester Praktikum: Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Grundlagenstudium – Kompetenzfeld: Chemie	Empfohlenes Fachsemester 3. und 4. Semester	Moduldauer 2 Semester
Studentische Arbeitsbelastung 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
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <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, Hundesche 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. <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. <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, π -Bindungen, MO-Theorie, LCAO, diatomige Moleküle. <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.
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Allgemeine Chemie (WiSe) • Übung Allgemeine Chemie (WiSe) • Seminar für Nanotechnologie und Physik zur Vorlesung (SoSe) • Experimentelles Seminar: Anorganisch-chemisches Praktikum für Physik und Nanotechnologie (SoSe)
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Keine
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: SoSe: Seminarvortrag, Teilnahme am Experimentellem Seminar + Protokoll • Prüfungsleistungen: WiSe: Klausur
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • M. Binnewies, M. Finze, M. Jäckel, P. Schmidt, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Auflage 2016, Springer Spektrum • C.E. Mortimer, U. Müller, Chemie, 13. Aufl. Thieme, 2019 • T. Brown, et al., Chemistry the Central Science, Pearson Education, 2017 • K. P. C. Vollhardt, N. E. Shore, Organische Chemie, 3. Auflage, 2000, Wiley-VCH
7	Weitere Angaben Keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Annika Bande (WiSe), Prof. Dr. Dr. hc. Franz Renz

Chemische Thermodynamik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Grundlagenstudium – Kompetenzfeld: Chemie	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt 150 h		Davon Präsenzzeit: 70 h Davon Selbststudium: 80 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie Fächerübergreifender B.Sc./B.A. (modifiziert) B.Sc. Biochemie B.Sc. Technical Education (modifiziert)		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt grundlegende theoretische Kenntnisse und deren Anwendungen zu den Themengebieten des Moduls (Studienanfänger:Innen). Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Chemische Thermodynamik wiederzugeben und zu erläutern. • die theoretisch erworbenen Kenntnisse auf Übungsaufgaben anzuwenden und Lösungen zu erarbeiten. • grundlegende chemische Fragestellungen hinsichtlich fundamentaler physikalisch-chemischer Prinzipien der Thermodynamik analysieren, zu beschreiben und zu lösen. 	
2	Fachliche Inhalte des Moduls sind: Die Eigenschaften der Gase; der erste Hauptsatz der Thermodynamik; Thermochemie; Bildungsenthalpien; Zustandsfunktion; der zweite Hauptsatz der Thermodynamik; der dritte Hauptsatz der Thermodynamik; freie Energie und freie Enthalpie; das chemische Gleichgewicht reiner Stoffe; die thermodynamische Beschreibung von Mischungen; kolligative Eigenschaften; Aktivitäten; Phasendiagramme; Verschiebung des Gleichgewichtes bei Änderung der Reaktionsbedingung; Formalkinetik; Gleichgewichtselektrochemie. Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Anwendung mathematischer und physikalischer Methoden auf grundlegende Fragestellungen der Physikalischen Chemie; C ₂ H ₂ Reaktionen.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Chemische Thermodynamik“ (3 SWS) • Übung zur Vorlesung „Chemische Thermodynamik“ (2 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Lehrinhalte der Module Mathematik und Experimentalphysik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (180min) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (http://www.pci.uni-hannover.de)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. rer. nat. Marie Weinhart	

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik

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

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

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

Kompetenzfeld: Maschinenbau

Mikro- und Nanotechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Das Modul erläutert die Grundlagen der Mikro- und Nanotechnologie und vermittelt Grundkenntnisse über die damit einhergehenden Fertigungsverfahren. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Voraussetzungen der mikrotechnologischen Fertigung zu verstehen • Grundlegende Fertigungsverfahren der Mikro- und Nanotechnologie zu verstehen und geeignete Verfahren für einzelnen Prozessschritte auszuwählen • Das Aufbau-Prinzip von mikrotechnologischen Systemen zu verstehen • Grundlagen der Reinraumtechnik zu verstehen 	
2	Inhalte des Moduls Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kenntnissen über Prozesse und Anlagen, die der Herstellung von Mikrobauteilen in Dünnschichttechnik dienen. Dabei stehen Technologien zur Fabrikation dieser Bauteile in einem als „Frontend Prozess“ bezeichneten Waferprozess im Mittelpunkt. Die Herstellung der Mikrobauteile erfolgt durch Einsatz von Beschichtungs-, Ätz- und Dotiertechniken in Verbindung mit Photolithographie. <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Vakuumtechnik <ul style="list-style-type: none"> • Beschichtungstechnik 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (5 LP) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • BÜTTGENBACH, Stephanus. Mikromechanik: Einführung in Technologie und Anwendungen. Springer-Verlag, 2013. WAUTELET, Michel; HOPPE, Bernhard. Nanotechnologie. Oldenbourg Verlag, 2008. MENZ, Wolfgang; PAUL, Oliver. Mikrosystemtechnik für Ingenieure. John Wiley & Sons, 2012. HEUBERGER, Anton. Mikromechanik. Berlin etc.: Springer, 1989. MADOU, Marc J. Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization. CRC press, 2002. GLOBISCH, Sabine. Lehrbuch Mikrotechnologie. Carl Hanser Verlag, 2011. 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik (https://www.impt.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

Technische Mechanik I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 1. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 66 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • 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, • Beanspruchungsgrößen (Schnittgrößen) am Balken zu ermitteln, • Spannungen und Dehnungen in Stäben zu berechnen. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Statik starrer Körper, Kräfte und Momente, Äquivalenz von Kräftegruppen • Newton'sche Gesetze • Gleichgewichtsbedingungen • Schwerpunkt starrer Körper • Haftung und Reibung, Coulombsches Gesetz • ebene und räumliche Fachwerke • ebene und räumliche Balken und Rahmen, Schnittgrößen Elastostatik von Stäben	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Gruppenübung • Hörsaalübung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur Arbeitsblätter Aufgabensammlung Formelsammlung Groß et al.: Technische Mechanik 1: Statik, Springer-Verlag, 2016; Hagedorn, Wallaschek: Technische Mechanik 1: Statik, Europa Lehrmittel, 2014; Hibbeler: Technische Mechanik 1: Statik,	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Kontinuumsmechanik (https://www.ikm.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Philipp Junker	

Technische Mechanik II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 2. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 66 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • elementare Beanspruchungsarten, Spannungen und Dehnungen • Spannungen in Seil und Stab, Längs- und Querdehnung, Wärmedehnung • statisch bestimmte und unbestimmte Stabsysteme • ebener und räumlicher Spannungs- und Verzerrungszustand, Mohr'scher Spannungskreis, Hauptspannungen • gerade und schiefe Biegung, Flächenträgheitsmomente • Torsion, Kreis- und Kreisringquerschnitte, dünnwandige Querschnitte • Energiemethoden in der Festigkeitslehre, Arbeitssatz 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Hörsaalübung • Gruppenübung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Technische Mechanik I	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsblätter; Aufgabensammlung; Formelsammlung; Groß et al.: Technische Mechanik 2 - Elastostatik, Springer-Verlag 2017; Hagedorn, Wallaschek: Technische Mechanik 2 - Festigkeitslehre, Europa Lehrmittel, 2015; Hibbeler: Technische Mechanik 2 – Festigkeitslehre, Verlag Pearson Studium, 2013. Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter www.springer.com eine Gratis Online-Version. 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Kontinuumsmechanik (https://www.ikm.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Philipp Junker	

Kompetenzfeld: Mathematik

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

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

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

Kompetenzfeld: Physik

Experimentalphysik Teil 1		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 14 LP	Häufigkeit des Angebots Jährlich mit Beginn Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Physik	Empfohlenes Fachsemester 1./2. Semester	Moduldauer 2 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 420 h		Davon Präsenzzeit: 210 h
Davon Selbststudium: 210 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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. Die Studierenden verfügen weiter 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Mechanik eines Massepunktes, Systeme von Massepunkten und Stöße • Dynamik starrer ausgedehnter Körper • Reale und flüssige Körper, Strömende Flüssigkeiten und Gase • Temperatur, Ideales Gas, Wärmetransport • Mechanische Schwingungen und Wellen • Elektrostatik, elektrischer Strom, Statische Magnetfelder, Zeitlich veränderliche Felder • Maxwellsche Gleichungen, Elektromagnetische Wellen • mehrdimensionale Bewegung: Impuls, Drehimpuls, Potential • Zentralkraft: Kepler-Problem, effektives Potential, Streuquerschnitt 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung und Übung Mechanik und Wärme (4 SWS + 2 SWS) • Vorlesung und Übung Elektrizität und Relativität (4 SWS + 2 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übungen zu allen Lehrveranstaltungen 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder Mündliche Prüfung über die Lehrveranstaltungen 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Demtröder, Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, Springer Verlag • Gerthsen, Physik, Springer Verlag • Tipler, Physik, Spektrum Akademischer Verlag • Feynman, Lectures on Physics, Band 1; Addison-Wesley Verlag 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Karsten Danzmann	

Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 8 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Physik	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 300 h	Davon Präsenzzeit: 120 h	Davon Selbststudium: 180 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Geometrische Optik • Welleneigenschaften des Lichts: Interferenz, Beugung, Polarisation, Doppelbrechung • Optik, optische Instrumente • Materiewellen, Welle-Teilchen-Dualismus • Aufbau von Atomen • Energiezustände, Drehimpuls, magnetisches Moment • Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip Spektroskopie, spontane und stimulierte Emission 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Wärme und Elektrizität und Relativität	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Demtröder Experimentalphysik 2 und 3, Springer Verlag • Berkeley Physikkurs • Bergmann/Schäfer • Haken, Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Uwe Morgner	

Grundpraktikum Physik für Nanotechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Physik	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls Praktikumsexperimente bilden eine Auswahl aus: <ul style="list-style-type: none"> • Mechanik: Schwingungen, Gekoppelte Pendel, Kreisel, Ultraschall, Akustik, Maxwellrad, Viskosität • Thermodynamik: Temperatur, Spezifische Wärme, Wasserdampf • Optik und Atomphysik: Linsen, Interferometer, Beugung, Mikroskop, Prisma, Gitter, Fotoeffekt, Spektralapparat, Polarisation 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • praktische Versuche 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: Physik I – Mechanik und Wärme, Physik II – Elektrizität und Relativität, Physik III – Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme • Protokoll 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
7	Weitere Angaben https://www.praktikumphysik.uni-hannover.de/de/physikpraktikum/	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Kim-Alessandro Weber	

Vertiefungsstudium

Kompetenzfeld: Chemie

Chemie der Elemente		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt 150 h		Davon Präsenzzeit: 70 h
Davon Selbststudium: 80 h		
Weitere Verwendung des Moduls		
B.Sc. Chemie, B.Sc. Biochemie, Fächerübergreifender B.Sc., B.Sc. Geowissenschaften als Nebenfach		
1	Qualifikationsziele 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"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Chemie 1 wiederzugeben und zu erläutern. • die theoretisch erworbenen Kenntnisse auf Übungsaufgaben anzuwenden und Lösungen zu erarbeiten. • erworbene Kenntnisse Demonstrationsversuchen zuzuordnen und zu erläutern. 	
2	Fachliche Inhalte des Moduls sind: 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, Symmetrioperationen, Symmetrieelemente, Punktgruppen, 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 p-Blocks (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). Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Beispielhafte Bewertung umweltrelevanter und ethische Aspekte, die sich aus der VL ergeben.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: „Chemie der Elemente“ (4 SWS) • Übung zur Vorlesung: „Chemie der Elemente“ (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Allgemeiner Chemie	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (unbenotet) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • M. Binnewies, M. Finze, M. Jäckel, P. Schmidt, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Aufl., 2016, Spektrum Verlag • C.E. Mortimer, U. Müller, Basiswissen der Chemie, 12. Aufl. 2015, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart • E. Riedel, Ch. Janiak, Anorganische Chemie, 9. Aufl. 2015, de Gruyter, Berlin • A.F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, Anorganische Chemie Bde. 1 und 2, 103. Aufl. 2017, de Gruyter, Berlin • J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin 	
7	Weitere Angaben Dozenten: Prof. Dr. Dr. hc. Franz Renz, Dr. Andreas Schaate, Dr. Andreas Michael Schneider	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (https://www.pci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Annika Bande, Dr. Andreas Michael Schneider	

Anorganische Festkörperchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	Empfohlenes Fachsemester 6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 56 h	Davon Selbststudium: 94 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie (14 LP durch zusätzliches Seminar und Praktikum)		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt erweiterte Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Anorganische Festkörperchemie (für Studienanfänger:Innen aufbauen auf dem Modul Chemie der Elemente). Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Festkörperchemie wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden. • die Grundlagen der Kristallographie wiederzugeben, zu erläutern und auf grundsätzliche Fragestellungen der Röntgenbeugung anzuwenden. • 	
2	Fachliche Inhalte des Moduls sind: Vorlesung: Grundlegende Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Festkörperchemie: Strukturchemie der Metalle, kovalent und ionisch gebundener Festkörper, intermetallischer Phasen und der Silicate; <i>Festkörpersynthese</i> Festkörpersynthese aus festen Phasen (z.B. epitaktische und topotaktische Reaktionen, Precursor-Methode), Festkörpersynthese aus flüssigen Phasen (z.B. Flux-Synthese, Hydrothermal-Verfahren), Synthese von Festkörpern aus der Gasphase (z.B. Transportreaktionen, PVD, CVD) <i>Kristallographie:</i> Der kristalline Zustand, Kristallstruktur, Gitterbegriff und translationsgekoppelte Symmetrieelemente, Bravais-Gitter, Kristallklassen, Raumgruppen, kristallographische Beschreibung von Kristallstrukturen, Grundbegriffe der Kristallmorphologie, Grundlagen von Nukleation und Wachstum <i>Röntgenbeugung:</i> Beugung von Röntgenstrahlen am eindimensionalen Gitter; Beugung am dreidimensionalen Gitter und Laue Gleichungen; Beugung an Netzebenenscharen 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 Die Vorlesung wird durch geeignete Übungsangebote vertieft und ergänzt. Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Selbstorganisation, Zeitmanagement	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Anorganische Festkörperchemie“ (3 SWS) • Übung zur Vorlesung „Anorganische Festkörperchemie“ (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Anorganischer Chemie, Lehrinhalte der V Molekülsymmetrie & Kristallographie und Instrumentelle Methoden I	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche (120min) oder mündliche (30min) Prüfung 	

6	Literatur <ul style="list-style-type: none">• U. Müller, Anorganische Strukturchemie, 7. Aufl. Teubner 2016, Studienbücher Chemie, Stuttgart• M. Binnewies, M. Finze, M. Jäckel, P. Schmidt, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 3. Aufl., 2016, Spektrum Verlag• E. Riedel, Ch. Janiak, Anorganische Chemie, 9. Aufl. 2015, de Gruyter, Berlin• A.F. Holleman, E.Wiberg, N. Wiberg, Anorganische Chemie Bde. 1 und 2, 103. Aufl. 2017, de Gruyter, Berlin• C.E. Housecroft, Alan G. Sharpe, Anorganische Chemie, 2. Aufl., Pearson, München 2006• J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5.Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin
7	Weitere Angaben Dozenten: Locmelis, Schneider, WiMi
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Dr. Andreas Michael Schneider

Aufbau der Materie / Computerchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 10 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 300 h Davon Präsenzzeit: 126 h Davon Selbststudium: 174 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie, B.Sc. Life Science (modifiziert)		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt grundlegende theoretische Kenntnisse und deren Anwendungen zu den Themengebieten des Moduls Aufbau der Materie/Computerchemie (für StudienanfängerInnen). Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Aufbau der Materie/Computerchemie wiederzugeben und zu erläutern. • die theoretisch erworbenen Kenntnisse auf Übungsaufgaben anzuwenden und Lösungen zu erarbeiten. • grundlegende physikalische Systeme und Fragestellungen der Chemie und Spektroskopie mit der Quantenmechanik zu analysieren und zu bearbeiten. • mit physikalisch-chemischen Versuchsaufbauten Fragestellungen zu bearbeiten und die Ergebnisse der Versuche mit den theoretischen Grundlagen zu verbinden. • die erlernten Programme in nachfolgenden Modulen anzuwenden. • die durch unterschiedliche Modellierungsmethoden erhaltenen Ergebnisse zu beurteilen. 	
2	Inhalte des Moduls <i>Aufbau der Materie:</i> Bausteine der Atome; Grundlagen der Wellenmechanik; die Heisenberg'sche Unschärferelation; die Schrödinger-Gleichung; einfache Systeme: Teilchen im Kasten; starrer Rotator; harmonischer Oszillator; das H-Atom; Ein-/Mehrelektronensysteme; Pauli-Verbot und Slater-Determinanten; Drehimpulskopplung; Grundlagen der Spektroskopie <i>Computerchemie:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Visualisierung von Strukturen organischer Moleküle und anorganischer Festkörperstrukturen • Grundlagen der Modellierungsmethoden: Kraftfelder, Minimierungsalgorithmen, Monte-Carlo- und Moleküldynamik-Algorithmen • Molecular-Modelling-Programme • Prinzipien quantenchemischer Methoden (Semiempirik, ab-initio-Verfahren und DFT-Methoden) berfachliche Inhalte des Moduls sind: <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung mathematischer Methoden auf grundlegende Fragestellungen der Quantenmechanik, Übersichtliche Darstellung von Ergebnissen und Auswertungen in Protokollen, Fehlerrechnungen, Nutzung moderner Medien und Lehrmethoden zum Aneignen und Vortragen von Wissen. 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung (5 SWS) • Übung (2 SWS) • Laborübung (2 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Laborübung: Computerchemie Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur Vorlesung: P.W. Atkins, Physikalische Chemie, 3. korr. Aufl., 2002; G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 4. Aufl., 1997 ; Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.	
7	Weitere Angaben Dozenten: Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow, Prof. Dr. rer. nat. Carolin König	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; http://www.pci.uni-hannover.de	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow, Prof. Dr. rer. nat. Carolin König	

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik

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

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

Halbleiterschaltungstechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 60 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung linearer elektronischer Schaltungen • Modellierung von Halbleiterbauelementen • Grundsaltungen linearer passiver und aktiver Schaltungen • Frequenzgang von Verstärkern • Grundprinzipien des elektronischen Schaltungsentwurfs • Operationsverstärker • Komparatoren • Leistungsverstärker 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematik für Elektroingenieure, Methoden der Analyse von Netzwerken	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Skript mit sämtlichen Vorlesungsfolien • Übungsmaterial • Holger Göbel: Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, 2. Auflage. Springer-Verlag 2006 	
7	Weitere Angaben https://www.ims.uni-hannover.de/de/studium/lehrveranstaltungen/fachgebiet-mixed-signal-schaltungen/vorlesung-halbleiterschaltungstechnik/	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Mikroelektronische Systeme (https://www.ims.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht	

Sensorik und Nanosensoren – Messen nicht-elektrischer Größen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Winter-/ Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik M.Sc. Nanotechnologie		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen 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.	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung (4LP) 	
6	Literatur Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik (https://www.geml.uni-hannover.de)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

Kompetenzfeld: Maschinenbau

Regelungstechnik I (MB) + AML		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 56 h	Davon Selbststudium: 94 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, * Grundbegriffe der Regelungstechnik zu definieren * einen Signalflussplan von Regelkreisen aufzustellen * die Laplace-Transformation in der Regelungstechnik anzuwenden * Übertragungsfunktionen linearer zeitinvarianter Systeme aufzustellen * LTI-Glieder zu analysieren * LTI-Regelkreise, speziell SISO-Systeme anhand des Standard-Regelkreises zu analysieren * Bode-Diagramm und Ortskurve aufzustellen und zu analysieren * Wurzelortskurven zu konstruieren und darauf basierend die Stabilität zu prüfen * Anhand des Nyquist-Kriteriums die Stabilität geschlossener Regelkreise zu prüfen	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung • Labor 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I, II und III für Ingenieure, Signale und Systeme	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeines Messtechnisches Labor (AML) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur Holger Lutz, Wolfgang Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik. Verlag Harri Deutsch. Jan Lunze: Regelungstechnik 1: <ul style="list-style-type: none"> • Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. Springer Vieweg. 	
7	Weitere Angaben Bei Vertiefung in Maschinenbau zum Modulabschluss zusätzlich: Tutorium „Einführung in die Methode der statistischen Versuchsplanung und Parameteranalyse (DoE)“	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mess- und Regelungstechnik (https://www.imr.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr.-Ing. Christian Pape	

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

Werkstoffkunde I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 3. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h Davon Präsenzzeit: 56 h Davon Selbststudium: 94 h		
Weitere Verwendung des Moduls Maschinenbau B.Sc.		
1	Qualifikationsziele Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> - 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 zu deren Vermeidung zu erarbeiten. 	
2	Inhalte des Moduls Einteilung der Werkstoffe, Struktureller Aufbau und Bindungsarten der festen Stoffe, Elementarzellen und Gitterstrukturen metallischer Werkstoffe, Gitterstörungen und Diffusion, Mechanische Eigenschaften, Phasen- und Konstitutionslehre, Mechanische sowie zerstörungsfreie Prüfung metallischer Werkstoffe, Stahlherstellung (von der Eisengewinnung bis zur Legierungsbildung), Wärmebehandlung von Stählen, Gegossene Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, Korrosion	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsumdruck • Bargel, Schulze: Werkstoffkunde • Hornbogen: Werkstoffe • Macherauch: Praktikum in der Werkstoffkunde • Askeland: Materialwissenschaften 	
7	Weitere Angaben Aufbauend auf die Vorlesung ist das Labor Werkstoffkunde.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde (https://www.iw.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier	

Werkstoffkunde II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 21 h	Davon Selbststudium: 99 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • 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. Nach erfolgreicher Teilnahme am Grundlagenlabor sind die Studierenden in der Lage • theoretische Vorlesungsinhalte des Moduls Werkstoffkunde I in praktischen Experimenten zu verifizieren • Werkstoffkennwerte anhand von Versuchsergebnissen zu ermitteln • Versuchsergebnisse und Auswertungen in einem ausführlichen Protokoll darzustellen • Inhalte der praktischen Versuche anhand von Versuchsprotokollen kritisch zu überprüfen und zu beurteilen 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Nichteisenmetalle • Polymerwerkstoffe • Keramische Werkstoffe • Hartmetalle • Verbundwerkstoffe 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsumdruck • Bargel, Schulze: Werkstoffkunde • Hornbogen: Werkstoffe • Macherauch: Praktikum in der Werkstoffkunde • Askeland: Materialwissenschaften 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde (https://www.iw.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Möhwald	

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

Kompetenzfeld: Physik

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

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

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

Schlüsselkompetenzen

Qualitäts- und Umweltmanagement		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 3-6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt Kenntnisse und Methoden zu den Phasen des Produktentstehungsprozesses und zur Optimierung sowie Umgestaltung der einzelnen Phasen. Es werden statistische Verfahren des Qualitätsmanagements in der Produktrealisierung sowie qualitätsorientierte Managementkonzepte und betriebliche Standards und Normen vorgestellt. Die Studierenden kennen anschließend Grundlagen und Methoden im Team-, Zeit- und Qualitätsmanagement sowie Verfahren der Versuchsplanung und der Gestaltung von Produkten und Prozessen und können diese an Beispielen anwenden. Im Bereich des Umweltmanagements werden Nachhaltigkeitsstrategien untersucht und das Konzept des nachhaltigen Innovations- und Risikomanagement besprochen.	
2	Inhalte des Moduls Zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen spielt die Qualität der Produkte eine erhebliche Rolle. Für die Gewährleistung dieser ist ein Qualitätsmanagement unabdingbar, welches heutzutage ebenfalls mit der Einhaltung von Umweltkriterien einhergeht. Die Studierenden erlernen die Grundlagen des Qualitätsmanagements, sowie geeignete Verfahren und Methoden zur Evaluierung dieser im Produktentstehungsprozess. In diesem Zusammenhang werden Methoden zur Gestaltung von Produkten und Prozessen, sowie statistische Verfahren in der Produktrealisierung anhand von Beispielen gezeigt. Des Weiteren erfolgt eine Einführung in Umweltmanagementsysteme und die Strategien zur Erhöhung der Nachhaltigkeit im Zuge des Qualitäts- und Innovationsmanagements. Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung gängiger qualitätsorientierter Managementtechniken unter Nachhaltigkeits- und Umweltaspekten	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übung (1 LP) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (4 LP) • 	
6	Literatur Walter Jakoby: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Springer Verlag, 2022; Andreas Daum: BWL für Ingenieurstudium und -praxis, Springer Verlag, 2018; DIN EN ISO 14001, DIN EN ISO 9000 Gausemeier, J.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. Hanser Verlag 2009.	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Fakultät Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz	

Einführung in das Recht für Ingenieure		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 3-6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 21 h	Davon Selbststudium: 69 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur 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.	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Juristische Fakultät (https://www.jura.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Johannes von Zastrow	

Technikrecht		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 3-6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 64 h
Davon Selbststudium: 86 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele <p>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.</p> <p>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 technikrechtlichen 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.</p>	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • technische Normung • Technikstrafrecht • Produkt- und Gerätesicherheitsrecht • Produkthaftungsrecht • Anlagenrecht • Telekommunikations- und Medienrecht • Datenschutzrecht • gewerbliche Schutzrechte (Patent, Gebrauchsmuster, Eingetragenes Design [bis 2013 „Geschmacksmuster“], Marke) • Bio- und Gentechnologierecht • Atomrecht • Treibhausgas-Emissionshandel • Recht der erneuerbaren Energien • Luftverkehrsrecht • Gewerbeaufsichtsrecht • Umwelt- und Deponierecht • Produkthaftungsrecht • Anlagensicherheits- und Störfallrecht • Architektenrecht • IT-Recht • gewerbliche Schutzrechte (insbesondere Patentrecht) • Urheberrecht • technische Normung • vergleichender Warentest • technische Verkehrsunfallaufklärung vor Gericht • Bau-, Umwelt und Gentechnikrecht 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	

	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Literatur Die Vorlesung begleitende Materialien werden zur Verfügung gestellt.
7	Weitere Angaben 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.
8	Organisationseinheit Juristische Fakultät (https://www.jura.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Johannes von Zastrow

Betriebsführung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 3-6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Die Vorlesung Betriebsführung vermittelt den Studierenden aus Ingenieurssicht Grundlagen auf Basis der Prozesskette (Planung, Beschaffung, Produktion, Distribution).	
2	Inhalte des Moduls Unter Betriebsführung wird das Management der Prozessabläufe in Produktionsunternehmen verstanden. Die Inhalte werden in Vorträgen vermittelt, anhand typischer Beispiele und Übungen demonstriert und in praxisnahen Gastvorlesungen vertieft. Der Kurs beinhaltet neben einer allgemeinen Einführung in die Betriebsführung die Grundlagen der Produkt-, Arbeits- und Produktionsstrukturplanung, der Produktionsplanung und -steuerung, des Supply Chain Management, der Beschaffung sowie der Distribution.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übung (1 LP) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (4 LP) • 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (Druckversion in Vorlesung, pdf im stud.IP) • Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure, 8 überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, München/Wien 2014 	
7	Weitere Angaben 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.	
8	Organisationseinheit Fakultät Maschinenbau: Institut für Fabrikanlagen und Logistik (https://www.ifa.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis	

Wissenschaftliche Methodik und Soft Skills im Ingenieurs- und Forschungsbereich		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
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 54 h		Davon Präsenzzeit: 36 h
Davon Selbststudium: 18 h		
Weitere Verwendung des Moduls 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	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Recherche von und Umgang mit wissenschaftlicher Literatur • Schutzrecht • Planung und Durchführung wissenschaftlicher Experimente • Auswertung wissenschaftlicher Experimente (Visualisierung von Daten, Statistik) • Wissenschaftliches Schreiben • Wissenschaftliches Präsentieren • Zeit- und Selbstmanagement • Kommunikation und Konfliktmanagement 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung – 2 SWS • Übung – 1 SWS (in Form von Online-Tests zur Vertiefung der Inhalte) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen 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	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Schreiben eines Abstracts • 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. 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik (https://www.geml.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Julia Körner	

Fachpraktikum 12 Wochen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 15 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Fachpraktikum	Empfohlenes Fachsemester ab 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 450 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 450 h
Weitere Verwendung des Moduls		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • praktisches Arbeiten 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung des Praktikums • Praktikumsbericht 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur keine	
7	Weitere Angaben 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.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Praktikantenamt (https://www.maschinenbau.uni-hannover.de/praktika.html)	
9	Modulverantwortliche/r MA Praktikantenamt des Maschinenbaus	

Bachelorarbeit		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 16 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Bachelorarbeit	Empfohlenes Fachsemester 5-6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 480 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 480 h
Weitere Verwendung des Moduls		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten • Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung • Wissenschaftliches Schreiben • Präsentationstechniken • Wissenschaftlicher Vortrag • Diskussionsführung 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • wissenschaftliches Bearbeiten eines Teilprojekts 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: Zulassung zur Bachelorarbeit nur möglich, wenn mindestens 120 ECTS-LP erworben wurden. Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Vortrag 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftlich (Bachelorarbeit) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Stickel-Wolf, Wolf: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken, 2004 • Walter Krämer: Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?, 1999 • Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Bd. 47 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit	
9	Modulverantwortliche/r 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

Physikalische Materialchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte Vorlesung: 6 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Pflichtmodul: Methoden der Nanotechnologie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 56 h Davon Selbststudium: 124 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten und eines vertieften und erweiterten Verständnisses der physikalischen 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"> • den Gitteraufbau von Festkörpern mit Konzepten des Realraums zu beschreiben. • unterschiedliche Beugungsmethoden zur Strukturaufklärung mit Konzepten des reziproken Raums zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit einzuschätzen. • Konzepte des Realraums und des reziproken Raums zu erkennen, mit einander zu verknüpfen und anzuwenden. • funktionelle Eigenschaften von Festkörpern und Nanosystemen hinsichtlich der Dynamik von Atomen und Elektronen zu rationalisieren. 	
2	Inhalte des Moduls Vorlesung / Übung <ul style="list-style-type: none"> • Gitteraufbau von Festkörpern: Beschreibung periodischer Kristalle (starres Gitter), Bravaisgitter, Symmetrien, aperiodische Kristalle, Quasikristalle, Beugungsmethoden (Elektronen, Röntgen, Neutronen), Beugungsbedingung (Laue, Bragg, Brillouin), Friedelsche Regel, Atom(form)faktor, Strukturfaktor, reziproker Raum, reziprokes Gitter, Laue-Indices, Brillouin-Zonen, Patterson-Funktion • Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: harmonische Näherung der Atomdynamik, Debye-Waller-Faktor, Quantisierung der Gitterschwingungen, Quasiteilchen, Phononendispersionsrelation, phononische Bandstruktur (akustische und optische Zweige, longitudinale und transversale Moden), van-Hove Singularitäten, Einstein-Modell, Debye-Modell, Wärmekapazität, Entropiekapazität • Dynamik von Elektronen in Festkörpern und Nanosystemen: freies Elektronengas, quasifreies Elektronengas im periodischen Potential, Blochwellen, elektronische Bandstruktur, van-Hove Singularitäten, Bändermodell für kristalline und amorphe Festkörper, effektive Masse, Defektelektronen, sp³-Hybridisierung, elektrische Leiter, Halbleiter, Isolatoren, p-n-Übergang, Fermi-Dirac-Statistik, Fermi-Energie, Quasi-Fermienergien, Wärmekapazität, Entropiekapazität • erweiterte Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: Thermodynamik von Punktdefekten, Diffusion, Reaktivität, elektrochemisches Potenzial • spezielle Nanosysteme: Vertiefung der Konzepte an Fallbeispielen aktueller Forschungsarbeiten aus Fachzeitschriften. 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen Vorlesung Physikalische Materialchemie (3 SWS) <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Übung Physikalische Materialchemie (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie	

5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> keine
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> schriftliche oder mündliche Prüfung
6	Literatur Vorlesung / Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen St. Elliott, The Physics and Chemistry of Solids R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik J. Maier, Festkörper – Fehler und Funktion, Prinzipien der physikalischen Festkörperchemie Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn und im Laufe der Veranstaltung vorgestellt.
7	Weitere Angaben Dozierende: Feldhoff
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (https://www.pci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Armin Feldhoff

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

WahlpflichtmoduleWahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe

Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Physikalische Chemie der Nanowerkstoffe	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 84 h
Davon Selbststudium: 96 h		
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Das Modul dient der Vermittlung der mikroskopischen Beschreibung der Materie mit makroskopischen Eigenschaften mit einem besonderen Fokus auf thermodynamische und spektroskopische Eigenschaften. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • ein tiefes Verständnis für den Zusammenhang zwischen mikroskopischer und makroskopischer Beschreibung der Materie herzustellen • thermodynamische Größen aus Zustandssummen zu berechnen • die Unterschiede zwischen verschiedenen thermodynamischen Ensembles sowie verschiedenen Quantenstatistiken zu erläutern und ihre Anwendungsgebiete zuzuordnen. • die Grundlage der Molekülspektroskopie (elektrische Dipolübergänge/Polarisation, magnetische Dipolübergänge/Magnetisierung) zu erklären. • die quantenmechanischen Grundlagen der Kohärenzspektroskopie zu erläutern. • die zeitabhängige Wechselwirkung von Molekülen mit elektromagnetischer Strahlung zu erklären und insbesondere die Pulsanregung von elektrischen und magnetischen Dipolübergängen zu beschreiben, d.h. Intensität über die Umwandlung von Besetzung in Kohärenz zu erläutern. • Linienform auf der Grundlage der Zeitentwicklung von Kohärenz zu erläutern. 	
2		
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen Vorlesung Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie (3 SWS) <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Übung Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie (2 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse in der Quantenmechanik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Studienleistungen: Übung Statistische Theorie der Materie und Spektroskopie Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung 30 Minuten	
6	Literatur Torsten Fließbach: Statistische Physik, Springer, 2018 Gerd Wedler, Hans Joachim Freud: Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH, 2012 McQuarrie, Donald A.: Physical Chemistry a Molecular Approach, Viva Books, 2011 McQuarrie, Donald A.: Statistical Thermodynamics, University Science Books, 2000.	
7	Weitere Angaben Dozierende: Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow, Prof. Dr. rer. nat. Carolin König	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie (http://www.pci.uni-hannover.de)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow, Prof. Dr. rer. nat. Carolin König	

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

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

Wahlpflichtmodul: Anorganische Chemie der Nanomaterialien

Analysis at the Nanoscale		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlkompetenzfeld: Anorganische Chemie der Nanomaterialien	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 70 h	Davon Selbststudium: 110 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der umfassenden Analyse von nanoskaligen Materialien hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Struktur (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • sich schnell in bisher unbekannte Themen einzuarbeiten und selbstständig Informationen zu einem klar umrissenen Thema zu sammeln und zusammenzustellen. • eine Strategie zu entwickeln, wie ein unbekanntes Nanomaterial umfassend analysiert werden kann. • geeignete analytische Techniken zur Charakterisierung von Nanomaterialien anzuwenden. • experimentelle Ergebnisse zu interpretieren, zu erklären und mit dem theoretischen Hintergrund zu verknüpfen. 	
2	Vorlesung Anforderungen an die Analytik. Analyse der Zusammensetzung von Materialien. Techniken der Oberflächenanalyse. Kolloid-Analyse. Besondere Themen sind z.B.: Röntgenmethoden, Streuung und Beugung (PXRD, SAXS), Absorption (XPS, XANES, EXAFS); Festkörper-NMR. Elektronen-Methoden: TEM, Kryo, Holographie, EELS, SEM, LEED, Tunnelmikroskopie (STM). Impedanzspektroskopie. Messung der mechanischen Eigenschaften. Ellipsometrie. Analytische Ultrazentrifugation, statische und dynamische Lichtstreuung, Feldflussfraktionierung, Partikelverfolgungsmikroskopie, Taylor-Dispersion, Licht- und Elektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, schnelle UV-VIS-Spektroskopie, globaler Vergleich und Überblick über die Analyseergebnisse der verschiedenen Techniken. Seminar <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden bereiten Präsentationen auf der Grundlage einer Veröffentlichung vor, in der eine Analyseverfahren verwendet wurde, die nicht in der Vorlesung behandelt wurde. • Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken. 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Analysis at the Nanoscale (3 SWS) • Seminar Analysis at the Nanoscale (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Progress in Inorganic Chemistry Module Functional Materials	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: VbP (Präsentation) Analysis at the Nanoscale (eigner Vortrag im Seminar)	
	Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung 30 Minuten	
6	Literatur 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.
7	Weitere Angaben keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Polarz

Computational Material Science: Optical Materials		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlkompetenzfeld: Anorganische Chemie der Nanomaterialien	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 96 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele 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"> 1. Bindungsverhältnisse in anorganischen Festkörpern zu beschreiben und zu diskutieren. 2. aus der Bandstruktur von Festkörpern die spektroskopische Eigenschaften und elektrischen Leitfähigkeitseigenschaften von anorganischen Festkörpern herzuleiten zu diskutieren. 3. ein vertieftes Verständnis für die Strukturen von Metallen, intermetallischen Phasen und kovalent gebundenen Festkörpern zu entwickeln. 4. besondere Bindungsverhältnisse in anorganischen Molekülverbindungen zu verstehen. 5. fortgeschrittene Aspekte der Chemie von Hauptgruppenelementen zu beschreiben und zu diskutieren. 6. spezielle Aspekte der anorganischen Koordinationschemie zu verstehen. 7. Grundlegende Aspekte der bioanorganischen Chemie zu verstehen. 	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Theoretische Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (120 min) 	
6	Literatur 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.	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Andreas Schneider , Prof. Dr. Dr. hc. Franz Renz	

Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Leistungspunkte 6 LP
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Insgesamt: 120 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	<p>Qualifikationsziele</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"> 1. die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls „Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen“ wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden. 2. experimentelle Beobachtungen hinsichtlich der verschiedenen, existierenden Theorien einzuordnen und deren jeweilige Vorhersage- und Erklärungskraft auszunutzen. 3. zu verstehen, welche Stellschrauben — von der Verwendung von Additiven bis zur Rolle relevanter physikalisch-chemischer Parameter— zur Beeinflussung der Festkörperbildung existieren. 4. die Grenzen der verschiedenen Theorien zu erfassen und jeweils offene Fragen zu identifizieren. 5. eigene wissenschaftliche Ideen im Bereich der Erforschung der Festkörperbildung zu entwickeln. 8. 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Vorlesung Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Konzepte und Grundbegriffe • Theoretische Grundlagen der Nukleation: Klassische Nukleationstheorie, „2-step Nucleation“, Pränukleationscluster-Weg • Möglichkeiten und Parameter zur Beeinflussung von Nukleationsprozessen im Rahmen der besprochenen Theorien: Heterogene und Additiv-kontrollierte Nukleation • spezielle Analytik der Frühphasen der Festkörperbildung • Übersicht des Forschungsstandes für ausgewählte Modellsysteme: Beispiele von Nukleationsmechanismen • Theoretische Grundlagen des Kristallwachstums: Klassische und nicht-klassische Kristallisation, „Oriented Attachment“, Additiv-kontrollierte Kristallisation, Mesokristalle, klassische und nicht-klassische Morphosynthese • Bildung von Gläsern und Gelen • Übersicht des Forschungsstandes für ausgewählte Modellsysteme: Beispiele von Kristallisationsmechanismen • Industrielle Anwendungen: Einkristallzucht, Massenkristallisation, Partikelsynthese • Methoden der Formgebung: dünne Filme und heterogene Konstrukte <p><i>Seminar Festkörperbildung: Mechanismen, Analytik, Anwendungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung und Analyse von Entwicklungen in der Forschung zur Festkörperbildung anhand aktueller aber auch klassischer Fachpublikationen <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i> Kritisches Lesen englischer Primärliteratur (Fachjournalartikel).</p>	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Seminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen	

	Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Solide Grundkenntnisse in Anorganischer, Analytischer und Physikalischer Chemie
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • D. Kashchiev, Nucleation — Basic Theory with Applications, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000; ISBN 07506 4682 9 • J. W. Mullin, Crystallization, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001; ISBN 9780750648332 • H. Cölfen, M. Antonietti, Mesocrystals and Nonclassical Crystallization, Wiley, Chichester, 2008; ISBN 978-0-470-02981-7 • 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 Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
7	Weitere Angaben Dozenten: Gebauer
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Denis Gebauer

Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 45 h Davon Selbststudium: 75 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Analytik		
1	<p>Qualifikationsziele 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"> 1. spezielle Messmethoden der Radioanalytik zu verstehen. 2. die physikalischen und chemischen Grundlagen der einzelnen Messmethoden zu verstehen. 3. die für die unterschiedlichen Einsatzgebiete geeigneten Methoden auszuwählen. 4. die Messdaten zu analysieren, zu verstehen, und zu interpretieren 5. an aktuellen Beispielen besprochene Methoden auf andere Systeme und Einsatzgebiete zu übertragen. 	
2	<p>Inhalte des Moduls 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"> • 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. • Die Studierenden lernen aus den Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu erkennen. • Die Studierenden erlernen Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren. 	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Seminar 	
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in anorganischer und physikalischer Chemie, Atomphysik</p>	
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: Seminar Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen • Prüfungsleistungen: Klausur 120min oder mündliche Prüfung 30min 	
6	<p>Literatur <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>	

	<p>P. Gütlich, E. Bill, A.X. Trautwein, Mössbauer Spectroscopy and Transition Metal Chemistry, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2011. ISBN: 978-3-540-88428-6.</p> <p>Lucy-Ann McFadden, Paul R. Weissmann, Torrence V. Johnson (eds.), Encyclopedia of the Solar System, Sec. Ed.,; Elsevier Academic Press 2007; ISBN-13: 978-0-12-088589-3.</p> <p><i>Seminar Spezielle Radioanalytik für Weltraumanwendungen</i></p> <p>Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben. Optional findet eine Exkursion.</p>
7	Weitere Angaben
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie , LE Chemie; (http://www.aci.uni-hannover.de)
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Dr. hc. Franz Renz

Progress in Inorganic Chemistry		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlkompetenzfeld: Anorganische Chemie der Nanomaterialien	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 56 h	Davon Selbststudium: 124 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und umfassenden Verständnisses der anorganischen Molekular- und Festkörperchemie mit besonderem Schwerpunkt auf Struktur-Eigenschafts- und Struktur-Reaktivitäts-Korrelationen. Der Hauptzweck des Moduls besteht darin, ein fortgeschrittenes Verständnis dafür zu vermitteln, wie die Struktur von anorganischen und organisch-anorganischen Verbindungen die elektronischen und Bindungsverhältnisse beeinflusst, was wiederum zu bestimmten Eigenschaften führt. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Eigenschafts-Korrelationen von einfachen und komplexen molekularen Verbindungen der Hauptgruppenelemente und deren Synthese zu beschreiben und zu diskutieren. • die Struktur-Eigenschafts-Korrelationen von einfachen und komplexen Koordinations- und metallorganischen Verbindungen und deren Synthese zu beschreiben und zu diskutieren. • Struktur-Eigenschafts-Korrelationen von einfachen und komplexen Festkörperverbindungen und deren Synthese zu beschreiben und zu diskutieren. • grundlegende Aspekte der anorganischen Materialchemie zu erläutern. 9.	
2	Inhalte des Moduls Vorlesung Ausgehend von einfachen Verbindungen und bewährten Modellen werden komplexere Verbindungen und verfeinerte Modelle in vier Hauptbereichen diskutiert: Hauptgruppenchemie, Koordinationschemie, metallorganische Chemie und Festkörperchemie. Besondere Themen sind z.B. anorganische Polymere, elektronische Delokalisation und molekularer Magnetismus, Lanthanoid- und Actinoidchemie, Aktivität und Mechanismen in der homogenen Katalyse, bioanorganische Chemie, Kristallorbitaltheorie, intermetallische Verbindungen, hochentropische Legierungen, Funktionskeramik. Ausgewählte Aspekte der Materialchemie werden behandelt, z. B.: Fotodetektoren; Solarzellen; Fotoelektrochemie; transparente leitende Elektroden; Leuchtdioden (LEDs), Batterietechnologie, Elektroden und Elektrochemie; Super- und Pseudokondensatoren; thermoelektrische Materialien; ferroelektrische Materialien; Formgedächtnissysteme. Seminar Die Studierenden bereiten Präsentationen auf der Grundlage aktueller Veröffentlichungen in hochrangigen internationalen Fachzeitschriften vor. Die Präsentationen enthalten die Abschnitte "Hintergrundwissen", "Hintergrund der Autoren", "wissenschaftliche Lücke", "Ergebnisse und Diskussion". Das Papier wird dann diskutiert, zunächst in einer Untergruppe, die für das Papier ist (Team Pro), und einer zweiten Untergruppe, die das Papier angreift (Team Contra), die die abschließende, gemeinsame Diskussion vorbereiten.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Progress in Inorganic Chemistry (3 SWS) • Seminar Inorganic Chemistry Research Highlights (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: B.Sc. Chemie	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 30 Minuten • 	
6	Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben	

05.05.2025

7	Weitere Angaben Dozierende: Polarz, N.N.
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Sebastian Polarz

Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik

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

Photonics		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Lasertechnik/Photonik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
Weitere Verwendung des Moduls		
M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Strahlenoptik • Licht als elektromagnetische Welle, Maxwellgleichungen • Licht an Grenzflächen • Polarisierung • Optische Wellenleiter • Fourieroptik und Holografie • Gaußstrahlen und -pulse • Nichtlineare Optik und Pulspropagation • Absorption und Emission, Laser • Optische Kommunikation 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben (2 LP) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung (2 LP) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics/Grundlagen der Photonik, Wiley-VCH • Reider, Photonik, Springer • Menzel, Photonik, Springer • Originalliteratur 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Boris Chichkov, Dr. Ulf Hinze	

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

Wahlpflichtmodul: Materialphysik

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

Optische Schichten für Ingenieurwissenschaften		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Materialphysik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 50 h
Davon Selbststudium: 100 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik M.Sc. Optische Technologien		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • General basis (applications, impact, and functional principle of optical coatings, state of the art in coatings for laser technology) • Theoretical fundamentals (compilation of formulae and consideration of fundamental phenomena, calculation of single layers and layer systems) • Production of optical components (substrates, coating materials and techniques, control of coating processes) • Optics characterization (measurement of optical transfer properties, optical losses: Total Scattering and absorption, laser induced damage thresholds of laser components, non-optical properties) 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Optik und Physik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistung: <ul style="list-style-type: none"> • Hausübungen 	
	Prüfungsleistung: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zur Einführung in das Thema: <ul style="list-style-type: none"> • Macleod, H.A.: Thin Film Optical Filters, Fourth Edition, CRC Press 2010 	
7	Weitere Angaben 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.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Detlev Ristau	

Physik der 2D Materialien für Nanotechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Materialphysik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 45 h
Davon Selbststudium: 75 h		
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele <ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen von verschiedenen 2D Materialien • Einarbeitung in Herstellungs- und Nanofabrikationsmethoden • Bedeutung von Magnetotransportphänomen wie z. B. der Quantum-Hall-Effekt in Graphen als Charakterisierungsmöglichkeit • Verständnis von 2D Materialien und ihre Heterostrukturen für technische Anwendungen Fähigkeit zur selbstständigen Einarbeitung in aktuelle Entwicklungen	
2	Inhalte des Moduls 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"> • Übersicht über die verschiedenen 2D Materialien • Herstellungsmethoden und Nanofabrikation von 2D Materialien • Unterschiede der elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften von Einzellagen, Mehrlagen und Heterostrukturen ausgewählter 2D Materialien 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik, Fortgeschrittene Festkörperphysik, Quantenstrukturbauelemente	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • P. Avouris, T. F. Heinz, and T. Low, 2D Materials: Properties and Devices, Cambridge University Press • R. Gross and A. Marx, Festkörperphysik, De Gruyter Oldenbourg 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Lina Bockhorn, Prof. Dr. Rolf Haug	

Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik

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

Technologie integrierter Bauelemente		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Mikro- und Nanoelektronik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik		
1	Qualifikationsziele Gegenwärtige mikroelektronische Schaltungen auf Silizium haben bereits Strukturmaße unter 100 nm. Die heutige Prozessorgeneration 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Manufacturing • Ausbeutekontrolle • Isolationstechniken • Kontakte und Interconnects • einfache Prozessabläufe • ein komplexer CMOS-Ablauf im Detail • High-K Dielektrika • Grundlagen der Epitaxie/verspannte Schichten • heteroepitaktische Bauelemente • Lösungen durch modulare Integration • zukünftige Material- und Bauelementelösungen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Halbleitertechnologie, Bipolarbauelemente	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (online) • B. Hoppe: Mikroelektronik, Teil 2 (Herstellungsprozesse für integrierte Schaltungen), Vogel-Fachbuchverlag, 1998 • T. Giebel, Grundlagen der CMOS-Technologie, Teubner 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik (https://www.mbe.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr.-Ing. Jan Krügener	

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

Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik

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

Production of Optoelectronic Systems		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 40 h	Davon Selbststudium: 110 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau, M.Sc. Optische Technologien, M.Sc. Mechatronik		
1	<p>Outcomes: This module gives basic knowledge about processes and devices that are used in production of semiconductor packages and microsystems. The main focus is on the back-end-process that means the process thinning wafer dicing. After successful examination in this module the students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • correctly use the terms optoelectronic system, wafer production, front end and back end and to give an overview of production processes of semiconductor packages • explain the production processes beginning from crude material sand and to have an idea about process relevant parameters • visualize different packaging techniques and explain the corresponding basics of physics • choose and classify different package types for an application 	
2	<p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wafer production - Mechanical Wafer treatment - Mechanical connection methods (micro bonding, soldering, eutectic bonding) - Electrical connection methods (wire bonding, flip chip bonding, TAB) - Package types for semiconductors - Testing and marking of packages - Design and production of printed circuit boards - Printed circuit board assembly and soldering techniques 	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine</p>	
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lau, John H.: Low cost flip chip technologies : for DCA, WLCSP, and PBGA assemblies. McGraw-Hill, New York 2000. • Pecht, Michael: Integrated circuit, hybrid, and multichip module package design guidelines : a focus on reliability. Wiley, New York 1994. <p>Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter www.springer.com eine Gratis Online-Version</p>	
7	<p>Weitere Angaben Lecture, exercise and exam are offered in German and English.</p>	
8	<p>Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (https://www.ita.uni-hannover.de/)</p>	
9	<p>Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer, M.Sc. Andreas Evertz</p>	

Aufbau- und Verbindungstechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Mikroproduktionstechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der SMD-Technik • Verfahren der COB-Technik • Die-Bonden • Wire-Bonden (Thermosonic, Thermokompressions- und Ultraschallbonden) • Vergießen und Molden - Advanced Packaging 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Reichl: Direkt-Montage, Springer-Verlag, 1998 • Ning-Cheng Lee: Reflow Soldering Processes and Troubleshooting, Newnes 2001 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik (https://www.impt.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik

Mikro- und Nanotechnik in der Biomedizin		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Biomaterialien für Dünnschichten (metallische, keramische und polymere) • Biofunktionalität • biomedizinische Sensoren • Nanopartikel und medizinische Anwendungen • Implantate, Prothesen und künstliche Organe in Mikrotechnik • Werkzeuge der Biotechnologie • Gewebeverträglichkeit: Oberflächenimmobilisierung • Zellsortierung 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mikro- und Nanotechnologie	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript 	
7	Weitere Angaben Blockvorlesung an drei Terminen	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik (https://www.impt.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz	

Sensoren in der Medizintechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlpflichtmodul: Biomedizintechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen 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.	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
7	Weitere Angaben Ggf. wird eine 1-tägige Exkursion zu Dräger, Lübeck, www.draeger.com , angeboten.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik (https://www.geml.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

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

WahlmoduleWahlmodul: Physik

Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologie		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
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 105 h Davon Selbststudium: 135 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Nanotechnologie		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Kristalle und Kristallstrukturen • Bindungskräfte in Festkörpern • Beugung und Streuung an Kristallstrukturen • Gitterschwingungen, Quantisierung, Phononen • Thermische Eigenschaften von Festkörpern • Das freie Elektronengas • Energiebänder • Dynamik von Kristallelektronen • Halbleiterexperimentelle Methoden: Röntgenbeugung, Rastersonden- und Elektronenmikroskopie, Leitfähigkeit, Magnetowiderstand, Halleffekt, Quantenhalbleffekt 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • R. Gross und A. Marx, „Festkörperphysik“, De Gruyter • K. Kopitzki und P Herzog, „Einführung in die Festkörperphysik“, SpringerSpektrum • N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, „Solid State Physics“, Oldenbourg • C. Kittel, „Introduction to Solid State Physics“, Wiley 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Ilja Gerhardt	

Grundlagen der Lasermedizin		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 M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Lasersysteme für den Einsatz in Medizin und Biologie • Strahlführungssysteme und optische medizinische Geräte • optische Eigenschaften von Gewebe • thermische Eigenschaften von Gewebe • photochemische Wechselwirkung • Vaporisation/Koagulation • Photoablation, Optoakustik • Photodisruption, nichtlineare Optik • Anwendungen in der Augenheilkunde, refraktive Chirurgie • Laser-basierte Diagnostik, optische Biopsie • optische Kohärenztomographie, Theragnostics • klinische Anwendungsbeispiele 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung „Grundlagen der Lasermedizin und Biophotonik“ • Blockseminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Modul „Kohärente Optik“	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Online-Übungen 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur mit Antwort-Wahlverfahren 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Eichler, Seiler: "Lasertechnik in der Medizin." Springer-Verlag • Berlien: "Applied Laser Medicine" • Bille, Schlegel: Medizinische Physik. Bd. 2: Medizinische Strahlphysik, Springer • Welch, van Gemert: "Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue." Plenum Press • Originalliteratur 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Alexander Heisterkamp, apl. Prof. Dr. Holger Lubatschowski	

Seminar zu Photonik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 62 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Photonik belegt werden.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Seminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Kohärente Optik, Nichtlineare Optik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Seminarleistung (einschließlich Vortrag) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Saleh, Teich: Fundamentals of Photonics/Grundlagen der Photonik, Wiley-VCH • Reider, Photonik, Springer • Menzel, Photonik, Springer • Originalliteratur 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Boris Chichkov	

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

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

Physics of Life		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 2 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 30 h	Davon Selbststudium: 30 h
Weitere Verwendung des Moduls		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • physikalischer Ursprung von Universum, Erde und Leben • Proteine und Aminosäuren, DNA, Gene • Physik lebender Zellen • Zellspezialisierung und Gewebe • Physik komplexer Zellverbände, Organe und Gehirn 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagenvorlesungen Physik und Chemie	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme und Präsentation 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Seminarvortrag mit anschließender wissenschaftlicher Diskussion 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Ude, Koch, Die Zelle: Atlas der Ultrastruktur, Spektrum Akademischer Verlag 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Boris Chichkov	

Proseminar Biophotonik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 90 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 30 h
Weitere Verwendung des Moduls		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • physikalische Grundlagen • optische Elemente / Messtechniken • physikalische Grundkenntnisse in der Optik und Laserphysik • Grundkenntnisse in Anwendungen von Lasern 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Seminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Vortrag 	
6	Literatur keine	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Hannoversches Zentrum für Optische Technologien HOT (https://www.hot.uni-hannover.de/) und Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Bernhard Roth, Prof. Dr. Uwe Morgner, PD Dr. Merve Wollweber	

Fortgeschrittene Festkörperphysik		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
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 90 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Supraleitung • Dia- und Paramagnetismus • Ferro- und Antiferromagnetismus • magnetische Resonanz • endliche Festkörper • Physik in einer und zwei Dimensionen, an Oberflächen und Grenzflächen • Unordnung im Festkörper: Defekte, Legierungen, Gläser 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Kurztest und/oder Übungsaufgaben 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche oder schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Ashcroft, Mermin, Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag • Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Fei Ding	

Introduction to Nanophysics		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 10 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 300 h	Davon Präsenzzeit: 84 h	Davon Selbststudium: 216 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Characterization at the nanoscale • Fabrication at the nanoscale • Energy storage with nano-materials • Semiconductors nanomaterials and devices • Optics at the nanoscale: Semiconductor nano- and quantum photonics 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Solid State Physics, Optics, Quantum Mechanics	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Vorträge 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche oder schriftliche Prüfung 	
6	Literatur In den Vorlesungsnotizen vom Dozenten	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Fei Ding, Prof. Dr. Lin Zhang	

Optical Characterization of Nanostructures		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
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 32 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls 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	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> Praktikum 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Ergänzung zur Lehrveranstaltung "Introduction to Nanophysics"	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> attendance 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> keine 	
6	Literatur Wird im Praktikum bekannt gegeben	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Fei Ding	

Growth and Characterization of Nanostructures		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
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 32 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls 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	Lehrformen und Lehrveranstaltungen • Praktikum	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Ergänzung zur Lehrveranstaltung "Introduction to Nanophysics"	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: • attendance	
	Prüfungsleistungen: • keine	
6	Literatur Wird im Praktikum bekannt gegeben	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Fei Ding	

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

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

Seminar Chemie und Physik der Nanostrukturen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 24 h
Davon Selbststudium: 96 h		
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele <ul style="list-style-type: none"> Erfahrung mit der Aufarbeitung englischsprachiger Originalveröffentlichungen zu aktuellen Forschungsthematiken aus dem Bereich der Chemie und Physik von Nanostrukturen Beherrschung von Techniken zur Präsentation eines Vortrages 	
2	Inhalte des Moduls <p>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.</p>	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> Seminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: B.Sc. in Nanotechnologie oder Physik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> Teilnahme und Präsentation 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> keine 	
6	Literatur In den Vorlesungsnotizen vom Dozenten	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Rolf J. Haug	

Fracture of Materials and Fracture Mechanics		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 180h Davon Präsenzzeit: 50h Davon Selbststudium: 130h		
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ol style="list-style-type: none"> 1. Introdution: Review of the history of materials failure and fracture mechanics including historial cases and state of the art 2. Fracutre modes and characteristics: mode I, II and III cracks 3. Brittle and ductile fractures in different materials 4. Characterization of fracture toughness 5. Solution of elastic stress around the crack tip: Kolosov-Muskhelishvili formulus and Westergaard solution 6. Stress intensity factor in 2D and 3D problems and crack handbook 7. Computation of Stress intensity factor: J-integral and a general Eshelby's energy momentum tensor for crack enegy release 8. Computational methods for fractue modelling: meshless methods, XFEM and peridynamics and commercial software for fracture modelling 9. Computational methods for fracture modelling <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>	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Prior Knowledge: Student should have learned one of the following courses: Engineering Mechanics; Continuum Mechanics; Solid Mechanics	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Examination: Semester project and oral presentations (H+M) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • "Extended finite element and meshfree methods", Paperback ISBN: 9780128141069, eBook ISBN: 9780128141076, Imprint: Academic Press, Published Date: 13th November 2019 • More text books will be recommended. • The script of the course will be uploaded online for download. 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik, Chair of Computational Science and Simulation Technology	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Ph. D. Xiaoying Zhuang	

Einführung in die Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Englisch/Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 40 h	Davon Selbststudium: 110 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Nanotechnologie; M.Sc. Technische Physik; M.Sc. Maschinenbau; M.Sc. Computational Methods in Engineerin		
1	<p>Qualifikationsziele</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>Inhalte des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Überblick über die Klassifikation von Multiskalen- und Multiphysikproblemen und Stand der Technik • Multiskalenmodellierungstheorie und analytische Ansätze • Konzept des repräsentativen Volumenelements • Rechnerisches hierarchisches Mehrskalungsverfahren • Computational concurrent/semi-concurrent Multiscale Methoden • Multiphysik-Modell und einige Arten von maßgeblichen Gleichungen • Lösungen für Mehrfeldprobleme 	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung • Wahlweise wird das Modul Laborpraktikum Software für Multiskalen- und Multiphysik-Modellierung empfohlen. 	
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Atom- und Molekülphysik; Numerische Methode für die Lösung von PDEs</p>	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen:	
	<ul style="list-style-type: none"> • keine 	
Prüfungsleistungen:		
<ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Bericht oder Mündliche Prüfungen 		
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachspezifische Empfehlung von Büchern und Zeitschriftenartikeln 	
7	<p>Weitere Angaben: Keine</p>	
8	<p>Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Photonics (www.iop.uni-hannover.de)</p>	

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

Atomoptik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 45 h	Davon Selbststudium: 75 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Nanotechnologie; M.Sc. Physik; M.Sc. Technische Physik		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Atom-Licht Wechselwirkung • Strahlungsdruckkräfte • Atom- und Ionenfallen • Kühlung durch Evaporation • Bose-Einstein-Kondensation • Ultrakalte Fermi-Gase • Experimente mit ultrakalten und entarteten Quantengasen • Atome in optischen und periodischen Gittern • Atominterferometrie und Frequenzstandards 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Atom und Molekülphysik; Quantenoptik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	<ul style="list-style-type: none"> • B. Bransden, C. Joachain, „Physics of Atoms and Molecules“ Longman 1983 • R. Loudon, „The Quantum Theory of Light“ OUP, 1973 • Aktuelle Publikationen 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Christian Ospelkaus, Prof. Dr. Silke Ospelkaus-Schwarzer	

Wahlmodul: Maschinenbau

Biokompatible Werkstoffe		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 32 h Davon Selbststudium: 118 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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"> • werkstoffkundliche Grundlagen der verwendeten Materialien und ihre Wechselwirkungen mit anderen implantierten Werkstoffen erläutern. • den Einfluss metallischer Implantate auf das Gewebe schildern. • Schadensfälle von Endoprothesen einordnen und bewerten. • 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. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung • der Einfluss metallischer Implantate auf das Gewebe • Korrosion und Verschleiß • Titanwerkstoffe • Additive Fertigung in der Implantattechnik • Endoprothesen-Implantationen und Schadensfälle • Magnesiumwerkstoffe • Polymere • keramische Werkstoffe • rostfreier Stahl, Eisen, CoCrMo • Beschichtungen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Hörsaalübung • Labor 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I und II	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (KA) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsumdruck 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde (https://www.iw.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr.-Ing. Christian Klose	

Optische Analytik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen • Optik • Mikroskopische Verfahren (verschiedene Licht-, Laser-, Rasterelektronen- und Transmissionselektronenmikroskope, Mikrosonden, etc.) • Praktische Vorführungen • Technische Realisierung • Interpretation der Messergebnisse • Anwendungsbeispiele 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Eugene Hecht: Optik, Oldenbourg Verlag München • Heinz Haferkorn: Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen, WILEY-VCH • F. Pedrotti et al.: Optik für Ingenieure, Springer. • L. Bergmann / C. Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 3: Optik "Wellen- und Teilchenoptik" 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde (https://www.iw.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr.-Ing. Torsten Heidenblut	

Thermodynamik chemischer Prozesse		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau (7 LP)		
1	Qualifikationsziele Die Studierenden erwerben Kenntnisse zur Einteilung und Abgrenzung von verschiedenen Energieformen und können thermische Prozesse und Prozesse der Energie- und Stoffumwandlung berechnen und bewerten.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Hörsaalübung • Gruppenübung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • H.D. Baehr / S. Kabelac: Thermodynamik, 15. Aufl. Springer 2012 • H.D. Baehr / S. Kabelac: Thermodynamik, 14. Aufl. Springer 2009 • P. Stephan / K. Schaber / K. Stephan / F. Mayinger: Thermodynamik-Grundlagen und technische Anwendungen, 16. Aufl. Spring 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Thermodynamik (https://www.ift.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Stephan Kabelac	

Biomedizinische Technik II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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"> • die Funktionsprinzipien von Diagnose- und Therapiesystem zu erläutern. • eine anwendungsbezogene Auswahl der geeigneten Verfahren zu treffen. • Optimierungspotential aktueller Systeme zu erkennen. • Konzepte für neuartige Systeme zu erarbeiten. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • geschichtliche Entwicklung der biomedizinischen Technik • Funktionsweisen diagnostischer Geräte wie EKG, EEG, EMG, Ultraschall, CT und Röntgen • Therapieverfahren wie Herzunterstützungssysteme • Herstellungsverfahren • aktuelle Entwicklungen und Innovationen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Biomedizinische Technik für Ingenieure I	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • 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 	
7	Weitere Angaben 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.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mehrphasenprozesse (https://www.imp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Birgit Glasmacher	

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

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

Laser in der Biomedizintechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 118 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur Werden in der Vorlesung sowie im Skript erwähnt.	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde (https://www.iw.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Kaierle	

Biophotonik – Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen		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
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 32 h	Davon Selbststudium: 88 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls 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	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Spector, Goldman: Basic Methods in Microscopy • Atala, Lanza, Thomson, Nerem: Principles of Regenerative Medicine 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Alexander Heisterkamp	

Entwicklungsmethodik-Produktentwicklung I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	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. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtwirtschaftliches Umfeld von Entwicklung und Konstruktion • Zwang zur Innovation • Einbindung des Geschäftsprozesses eines Unternehmens • Produktplanung- und Ideenfindung • Ermittlung von Kundenanforderungen und technischen Anforderungen (Pflichten- und Lastenheft) • Lösungsfindung: von der Funktionsstruktur über die Wirk- zur Baustruktur, Bewertung und Auswahl alternativer Lösungen • Grundregeln, Richtlinien und Prinzipien der Gestaltung einschließlich Grundbegriffen der Sicherheitstechnik • Schutz von Erfindungen (Patente und Gebrauchsmuster) • Organisation des Entwicklungs- und Konstruktionsprozesses. 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Produktentwicklung und Gerätebau (https://www.ipeg.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer	

Oberflächentechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 32 h
Davon Selbststudium: 88 h		
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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"> • die Verfahren der Oberflächentechnik und ihre Anwendung im Maschinenbau einordnen. • die relevanten Verfahren skizzieren und werkstoffwissenschaftliche Funktionsweisen von Schichtwerkstoffen und deren Erzeugung erläutern. • die Mechanismen der Schichtbildung nachvollziehen. • wichtige Eigenschaften der Schichten anhand ihres Aufbaus und der verwendeten Werkstoffe abschätzen. • aufgrund eines Anforderungsprofils an ein Bauteil eine geeignete Beschichtungstechnologie und ein Schichtwerkstoffsystem auswählen. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren der Oberflächentechnik • Schichtsysteme • Funktionsweisen der Schichtsysteme • mikrostruktureller Schichtaufbau • Mechanismen der Schichtbildung 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung & Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Werkstoffkunde I und II	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • Bergmann: Werkstofftechnik Teil 1+2 • Schatt: Einführung in die Werkstoffwissenschaft • Askeland: Materialwissenschaften • Bargel, Schulz: Werkstofftechnik 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Werkstoffkunde (https://www.iw.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Möhwald	

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

Introduction to Nanophotonics		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
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 40 h Davon Selbststudium: 110 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Optical Technologies M.Sc. Physics M.Sc. Mechanical Engineering		
1	Qualifikationsziele 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"> • Understand the optical properties of dielectric/metals and the theory of surface plasmons. • Understand the theory of the scattering of light from a sphere (Mie theory) and multipoles and apply it to generic nanostructures. • Understand how metasurfaces/metamaterials/photonic crystals and design such systems for light manipulation. • Understand some numerical techniques and use simulation software for nanophotonics modelling. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Optical properties of matter, fundamentals of plasmonics. • Light scattering by metallic and dielectric nanostructures. • Metasurfaces, metamaterials and photonic crystals. • Numerical techniques and simulation software for nanophotonic systems. • Selected topics of current research. 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Solid knowledge of electromagnetic theory (Maxwell's equations, wave propagation, etc).	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Novotny, L., & Hecht, B. (2012). Principles of Nano-Optics (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. • Gaponenko, S. (2010). Introduction to Nanophotonics. Cambridge: Cambridge University Press. • Maier, S. (2007). Plasmonics: Fundamentals and Applications. Springer, New York. 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Hannoversches Zentrum für Optische Technologien HOT (https://www.hot.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Antonio Calà Lesina	

Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe		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
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 30 h Davon Selbststudium: 120 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau M.Sc. Biomedizintechnik B.Sc. Maschinenbau B.Sc. Nachhaltige Ingenieurwissenschaften		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls - Allgemeine Einführung Mikroskopische Methoden - Probenvorbereitung (Einbetten, Schneiden, Polieren, CCP, Sputtern, Veraschung...) - Optische Mikroskopie - Elektronenmikroskopie - Computertomographie - Mikroplastikanalyse	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Labor 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Polymerwerkstoffe	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: Labor • Prüfungsleistungen: keine 	
6	Literatur	
7	Weitere Angaben Zusatzinformationen: Das Modul enthält 5 Praktikumstermine. Zu jedem Praktikumstermin ist ein Bericht anzufertigen, der bewertet wird. Besonderheit: Max. Teilnehmendenzahl: 15.	
8	Organisationseinheit Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik IKK (https://www.ikk.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Florian Bittner	

Chemische Analyse von Kunststoffen I		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	Qualifikationsziele 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: <input type="checkbox"/> Chemische Methoden zur Analyse von Kunststoffen zu nennen und zu beschreiben sowie die richtigen Methoden für entsprechende Fragestellungen auszuwählen <input type="checkbox"/> Prinzipien, Vor- und Nachteile der gängigen chemischen Analysemethoden zu verstehen	
2	Inhalte des Moduls <input type="checkbox"/> Spektralphotometrie (zzgl. Labor) <input type="checkbox"/> Ellipsometrie <input type="checkbox"/> Partikelanalytik (zzgl. Labor) <input type="checkbox"/> Polymere / Polymerstruktur <input type="checkbox"/> Infrarot- / Raman-Spektroskopie (zzgl. Labor: FT-IR-Spektrometer) <input type="checkbox"/> UV/Vis Spektroskopie <input type="checkbox"/> Fluoreszenzspektroskopie <input type="checkbox"/> Röntgenphotoelektronenspektroskopie <input type="checkbox"/> Auger-Elektronen-Spektroskopie <input type="checkbox"/> NMR-Spektroskopie <input type="checkbox"/> Pyrolyse-Gaschromatographie-Massenspektrometrie (zzgl. Labor) <input type="checkbox"/> Größenausschlusschromatographie	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Labor 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Polymerwerkstoffe	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: 5 Tests, 5 Laborberichte • Prüfungsleistungen: 1 schriftliche Klausur 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Instrumentelle Analytik. Theorie und Praxis (ISBN: 978-3-8085-7216-0) • Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science, 2nd Edition (ISBN: 978-3-527-30590-2) 	
7	Weitere Angaben Zusatzinformationen: Das Modul enthält 5 Praktikumstermine. Zu jedem Praktikumstermin ist ein Bericht anzufertigen, der bewertet wird. Besonderheit: Max. Teilnehmendenzahl: 15.	
8	Organisationseinheit Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik IKK (https://www.ikk.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Madina Shamsuyeva	

Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h Davon Präsenzzeit: 70 h Davon Selbststudium: 80 h		
Weitere Verwendung des Moduls Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Energietechnik M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft M.Sc.; Technical Education Elektrotechnik M.Sc; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;		
1	Qualifikationsziele Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage: - das zugrundeliegende physikalische Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung aus eigenem Verständnis heraus zu erläutern. - die wichtigsten Elemente einer elektrochemischen Zelle sowie deren Funktion qualitativ und quantitativ zu beschreiben. - die notwendigen Hilfssysteme zu benennen und zu erläutern, die Kennlinie einer Brennstoffzelle bzw. eines Elektrolyseurs zu berechnen und zu interpretieren. - die möglichen Verfahren zur Wasserelektrolyse zu beschreiben.	
2	Inhalte des Moduls Das Modul vermittelt ein grundlegendes Verständnis der physikalischen Vorgänge in elektrochemischen Energiewandlern, insbesondere der Brennstoffzelle der Wasser-Elektrolyse. Diese beiden Energiewandler spielen eine zentrale Rolle in zukünftigen Energieversorgungsszenarien. - Im Rahmen dieses Moduls erstellen die Studierenden ein einfaches Programm zur Modellierung einer Brennstoffzelle - Einführung und Grundlagen Potentialfeld in der Brennstoffzelle - Stationäres Betriebsverhalten - Thermodynamik und Elektrochemie - Experimentelle Methoden in der Brennstoffzellenforschung - Brennstoffzellensysteme und deren Anwendung - Wasserelektrolyse (Grundlagen und Varianten) - Wasserstoffwirtschaft	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Polymerwerkstoffe	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: keine • Prüfungsleistungen: schriftliche Prüfung 	
6	Literatur R. O'Hayre/S. Cha/W. Colella/F. Prinz: Fuel Cell Fundamentals 3. ed. New York: Wiley & Sons, 2016 W. Vielstich et al.: Handbook of Fuel Cells. New York: Wiley & Sons, 2003 A. Bard, L.R. Faulkner: Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications 2. ed. New York: Wiley & Sons, 2001 P. Kurzweil: Brennstoffzellentechnik: Grundlagen, Komponenten, Systeme, Anwendungen 2. ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013	
7	Weitere Angaben Dozent: Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach	
8	Organisationseinheit Institut für Thermodynamik	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Kabelac	

Batteriespeichersysteme		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 56 h
Davon Selbststudium: 94 h		
Weitere Verwendung des Moduls Energietechnik M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;		
1	Qualifikationsziele Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls - sind die Studierenden mit den Grundkonzepten zur Verschaltung von Einzelzellen zu Speichersystemen vertraut und in der Lage für gegebene Anforderungen an das Speichersystem eine Zellauswahl zu treffen und ein zugehöriges Schaltungskonzept zu erarbeiten - sind in der Lage das elektrische und thermische Betriebsverhalten von zellbasierten Speichersystemen mittels eines Simulationsmodells abzubilden - sind mit den Ansätzen zum Zellladungsausgleich, deren Funktionsprinzip und deren Eigenschaften vertraut und kennen weitere Aufgaben des Batteriemangements - kennen die Ladeverfahren nach DIN 41772 und weiterführende Ladekonzepte - haben Kenntnis von Sicherheitsrisiken von Akkumulator-basierten Speichersystemen und deren Vermeidung, haben Kenntnis über die Entsorgungswege von Akkumulatoren	
2	Inhalte des Moduls Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse zu Energiespeichern auf Basis von Akkumulatoren und Superkondensatoren mit besonderem Fokus auf Li-Ionen-Akkumulatoren. - Verschaltung von Einzelzellen zu Speichersystemen - Beschreibung des Betriebsverhaltens von Akkumulatoren und Superkondensatoren - Zellladungsausgleich und weitere Aspekte des Batteriemangements - Ladeverfahren - Sicherheit, Lagerung und Entsorgung von Akkumulatoren	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Hörsaalübung • Labor 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	<ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: Labor • Prüfungsleistungen: schriftliche Prüfung 	
6	Literatur M. Sterner, I. Stadler: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Springer Vieweg, Wiesbaden 2017; A. Jossen, W. Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Ubooks-Verlag, Neusäß 2006	
7	Weitere Angaben Dozent: Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach	
8	Organisationseinheit Institut für Elektrische Energiesysteme	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach	

Data- and AI-driven Methods in Engineering		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester und Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls Biomedizintechnik M.Sc.; Mechatronik und Robotik M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;		
1	Qualifikationsziele Upon completion of the module, students will be able to understand and tap the potential of data- and AI-driven methods in engineering applications and to apply them in relevant use cases. The students will be competent in choosing the right method for a given problem and in making application-specific adjustments while taking reliability, explainability and other relevant qualities into account. They will understand the roles of prior knowledge and data, and they will be able to leverage that understanding to obtain well-performing data- and AI-driven solutions.	
2	Inhalte des Moduls The module teaches how to tap the potential of data- and AI-driven methods for problem solving in engineering applications and focuses in particular on how these methods can be used to design, analyze and optimize sustainable engineering systems and processes. Examples include intelligent energy management, predictive maintenance or sustainable process design, which can be achieved, for example, by the use of machine learning methods in optimization problems or complex data analysis or by using cognitive decision making and planning algorithms. Specifically, the following concepts and methods are taught and discussed in the context of engineering applications: - Overview and Classification of Problems and Methods - Summary of Fundamental Machine Learning and AI Methods and Concepts - Overview of Sustainable Engineering Applications and Use Cases - Important Overarching Concepts - Sim-to-real-Gap, Transfer Learning, Domain Adaptation - Hybrid Methods and Physics-informed Machine Learning - Semi-Supervised Learning, Active Learning, Incremental Learning, Online-Learning - Explainability, Safety, Security, Reliability, Resilience - Data- and AI-driven Methods in Simulation and Optimization - Machine Learning Methods for Complex Optimization - Surrogate Models in Simulation and Model Order Reduction - Kriging and Gaussian Processes for Engineering Applications - Data- and AI-driven Methods in Data Analysis and Decision Making - Data Mining in Engineering Applications	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: keine • Prüfungsleistungen: schriftliche Prüfung 	
6	Literatur S. L. Brunton and J. N. Kutz, Data-Driven Science and Engineering. Cambridge University Press, 2019. E. Alpaydin, Maschinelles Lernen, 3rd ed. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg, 2022. J. R. R. A. Martins and A. Ning, Engineering Design Optimization. Cambridge University Press, 2022.	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Institut für Mechatronische Systeme	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel	

Wahlmodul: Chemie

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

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

Anorganische Molekül- und Organometallchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 90 h		Davon Präsenzzeit: 60 h
Davon Selbststudium: 30 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie (9 LP, da zusätzlich Seminar und Praktikum)		
1	Qualifikationsziele 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"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Chemie 3 wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden. • fortgeschrittene Arbeitstechniken der Anorganischen Chemie anzuwenden, um anspruchsvolle anorganisch-chemische Präparate herzustellen und die Güte der Produkte zu analysieren und zu beurteilen. 	
2	Inhalte des Moduls <i>Einfache Moleküle:</i> Ozon, Lewis, Atmosphärenchemie, Ozonloch, VSEPR, Valence Bond Theorie, Supersäuren, Hypervalenz, MO-Theorie 1, E2, EX Moleküle, O2 und seine Besonderheiten, Triplett O2, Singulett O2, Photodynamische Therapie, Sauerstoffionen, Jablonski Diagramm, Photoelektronenspektroskopie, Symmetrie von Molekülen und Orbitalen, Charaktertafeln, irreduzible Darstellungen, Wichtige Polyeder, platonische und archimedische Körper, MO-Theorie 2, H3+, FHF-, CO2, 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, Hundesche 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, π -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, β -H Eliminierung, β -H Eliminierung, α -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, π -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-Chat-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, Aerocele, Poröse Oxidmaterialien, Organosilikate, Nicht-wässriger Sol-Gel Prozess, Pseudochalkogene, Gasphasenabscheidungen, chemischer Transport, CVD, Thermoanalyse, Anorganische Polymere, Polyphosphazene, Polysiloxane, Polysilane, leitfähige Polymere.	

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

Polymere Materialien		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 84 h
Davon Selbststudium: 96 h		
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele	
	<p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses von 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"> • erworbenes vertieftes Verständnis der physikalischen Chemie und Physik von Polymeren wiederzugeben und zu erläutern. • 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. • grundlegende Syntheseverfahren und –techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen in Bezug auf Zieleigenschaften von Polymerwerkstoffen darzulegen und begrenzt praktisch anzuwenden. • 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. • die Funktionsprinzipien und die Herstellung von Polymernanokompositen zu erklären. • Chemische, physikalische und rheologische Charakterisierungen von organischen Polymeren und Polymerkompositen vorzunehmen. • die Besonderheiten der Polymeranalyse im Vergleich zu der Analyse von niedermolekularen Stoffen insbesondere für Polymere als Festkörper und in Lösung zu erläutern. <ul style="list-style-type: none"> • Molmassen, Molmassenverteilungen und die Monomerzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster sowie Verzweigungs- und Vernetzungsgrade zu analysieren. • Methoden wie z. B. Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und der zu erzielenden Aussage zu diskutieren. • 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. • zielgerichtet Strategien und Arbeitsprozesse zu entwickeln. 	
2	Inhalte des Moduls	
	<p>Vorlesung Synthese von Polymeren und Polymerkomposite</p> <ul style="list-style-type: none"> • physikalisch-chemischen Eigenschaften ausgewählter organischer Polymere in Abhängigkeit der Konstitution, Konformation und der Konfiguration • Eigenschaftsvorhersage bezüglich der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Polymeren und Polymerkompositen im festen Zustand (Glasübergang, Kristallisation und Schmelzen), mechanischen Eigenschaften (Viskoelastizität, Gummielastizität etc.) • Syntheseverfahren und –techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen • Polymerisationstechniken: Polymerisation in heterogener (Emulsions- und Suspensionspolymerisation), homogener Phase (Lösungs- und Massepolymerisation) • Funktionsprinzipien und Herstellung von Polymernanokompositen <p>Vorlesung Polymeranalytik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polymeridentifizierung an Hand von thermischen Eigenschaften, • Zusammensetzung von Polymermaterialien nach Hauptkomponenten • Analyse von Molmassen, Molmassenverteilungen, Monomerzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster, Verzweigungs- und Vernetzungsgrade 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Analysemethoden: Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung, DSC, TGA, NMR-Relaxationszeit, Zug-Dehnungseigenschaften <p>Laborübung Polymere Materialien Vorgesehen sind folgende Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthese von ausgewählten Polymeren (z. B. Polystyrol, Polyacrylate) durch Emulsions- und Lösungspolymerisation • Herstellung einer Kautschukmischung und eines Elastomeren unter Anwendung der Schwefelvulkanisation • Bestimmung des Molekulargewichts durch Messungen der mittleren Molmasse (Mw) sowie des Molmassenzahlenmittels (Mn) durch Gelpermeationschromatographie (GPC). • 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. • Charakterisierung der Kettenbeweglichkeit von Polymeren/Elastomeren mittels Relaxationszeit-NMR. • Ermittlung der Polymerzusammensetzung mittels Pyrolyse-GC-MS bzw. IR-Spektroskopie • Morphologische Charakterisierung von Blends bzw. Nanokompositen durch TEM
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Synthese von Polymeren und Polymerkomposite (2 SWS) • Vorlesung Polymeranalytik (1 SWS) • Laborübung Polymere Materialien (3 SWS)
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Anorganischer, Organischer, physikalischer und technischer Chemie</p>
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VbP (Laborübung) Polymere Materialien • <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche (120 min) oder mündliche (30 min) Prüfung
6	<p>Literatur W. Keim, Kunststoffe, Synthese, Herstellungsverfahren, Apparaturen, Wiley-VCH Verlag, 2006 B. Tieke, Makromolekulare Chemie - Eine Einführung, Wiley-VCH Verlag, 2005 J. M. G. Cowie, Chemie und Physik der Synthetischen Polymere, Vieweg Verlag, 1991 M. D. Lechner, K. Gehrke, H. Nordmeier, Makromolekulare Chemie, Birkhäuser Verlag, 2003 D. Braun, H. Cherdon, H. Ritter, Praktikum der makromolekularen Stoffe, Wiley-VCH Verlag, 1999 H.-G. Elias, Makromoleküle - Physikalische Strukturen und Eigenschaften (Band 1 bis 4), Wiley-VCH Verlag, 2001 H.-J. Endres, A. Siebert-Raths, Technische Biopolymere, Carl Hanser Verlag, 2009 H.-G. Elias, Makromoleküle - Band 1 Grundlagen, Hüthig & Wepf Verlag, 1990 Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt. Vorlesung Polymeranalytik W. F. Hemminger, H. K. Cammenga: Methoden der thermischen Analyse, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1989 Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Bd. 5, Analysen und Messverfahren, Verlag Chemie Weinheim, Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>
7	<p>Weitere Angaben Dozierende: U. Giese</p>
8	<p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie , LE Chemie; http://www.aci.uni-hannover.de, Deutsches Institut für Kautschuktechnologie</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Ulrich Giese</p>

Instrumentelle Methoden		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h Davon Präsenzzeit: 56 h Davon Selbststudium: 94 h		
Weitere Verwendung des Moduls B. Sc. Chemie B. Sc. Biochemie		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt theoretische Kenntnisse und deren Anwendung zu den Themengebieten des Moduls Instrumentelle Methoden (für Fortgeschrittene aufbauend auf den Semestern 1 bis 3). Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Instrumentelle Methoden wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden. • die verschiedenen Messmethoden nach ihren Anwendungsbereichen zu unterscheiden und zu beurteilen, sowie ihre Präzision einzuschätzen. • die Verfahren in den Praktika anzuwenden und die Messergebnisse strukturanalytisch auszuwerten. 	
2	Inhalte des Moduls Fachliche Inhalte des Moduls sind: <i>Atom- und Molekülspektroskopie</i> Molekulares elektrisches Dipolmoment, magnetisches Kernmoment, Bahndrehimpuls, Kernspin, Elektronenspin, Photonen elektromagnetische Strahlung, Schrödingergleichung, Übergangswahrscheinlichkeit, allgemeine und spezielle Auswahlregeln, Besetzungsdifferenz, Polarisation, Magnetisierung, Intensität, Linienform, Absorption, stimulierte Emission, spontane Emission, Lebensdauer, Apparative Aspekte, Interferometrie FT-Spektroskopie, Radiofrequenz((Kern)-, Mikrowellen(Rotations, Elektron-Spin)-, Infrarot(Schwingungs)-, UV/Vis(elektronische)-Spektroskopie, LASER-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 ¹ H- und ¹³ 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 ₁ (¹³ C); Kern-Overhauser-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, Quadropol, 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) Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Verständnis, Umgang und Anwendung der modernen Methoden und Techniken in molekularer Spektroskopie, Spektrometrie und Chromatographie in angrenzenden Fächern wie Analytik, Forensik, Umweltchemie, Lebenswissenschaften.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • VL Instrumentelle Methoden (3 SWS) • Ü zur VL Instrumentelle Methoden (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine	

	Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Mathematik und Physik, Grundlagen der Anorganischen, Organischen und Physikalischen Chemie
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (120min)
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • J. I. Steinfeld, Molecules and Radiation, Dover, Mineola, 2005. • M. Quack, F. Merkt, eds., Handbook of High-Resolution Spectroscopy, Wiley & Sons, Chichester, 2011 • J. Keeler, "Understanding NMR Spectroscopy" Wiley-VCH 2010 • H. Friebolin, "Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy", Wiley-VCH 2011 • E.D. Becker, "High-Resolution NMR: Theory and Chemical Applications", Academic Press 2000 • J.W. Akitt & B.E. Mann, "NMR and Chemistry: An introduction to modern NMR spectroscopy", Stanley Thornes 2000 (Chapman & Hall 1992) • Hesse – Meyer, Zeh, "Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie" Wiley-VCH 2016 • Schedt, Vogt „Analytische Trennmethoden“ Wiley-VCH 2010
7	Weitere Angaben Dozenten: Dr. Gerald Dräger, Droste, apl. Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Institut für Organische Chemie LE Chemie; https://www.pci.uni-hannover.de/
9	Modulverantwortliche/r apl. Prof. Dr. rer. nat. Jens-Uwe Grabow

Funktionale Koordinationsverbindungen der Übergangselemente		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 8 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 105 h Davon Selbststudium: 135 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Analytik		
1	<p>Qualifikationsziele 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"> 1. Koordinationsverbindungen (Komplexe) der Übergangselemente vom Werner-Typ zu erkennen, zu benennen und darzustellen. 2. erworbene vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Bereichen der Koordinationsverbindungen wiederzugeben und zu erläutern. 3. besondere physikalische und chemische Eigenschaften der Koordinationsverbindungen zu erkennen, abzuschätzen und weiterzuentwickeln. 4. Koordinationsverbindungen mit Eigenschaften die auf offene elektronische d-Schalen zurückzuführen sind zu erkennen und im wissenschaftlichen Kontext einzuordnen. 5. besondere analytische Verfahren zur Charakterisierung von Übergangselementverbindungen einzuordnen. 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. 7. spezielle analytische spektroskopische (Mößbauer, UV/Vis) und magnetische (SQUID) Verfahren zur Charakterisierung von Übergangselementverbindungen zu nutzen. 8. an aktuellen Beispielen besprochene Methoden zur Synthese von molekularen und polymeren Koordinationsverbindungen eigenständig auf andere Systeme zu übertragen und so neue Verbindungen herzustellen. 9. die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen der Koordinationsverbindungen zu verstehen und einzuordnen. 	
2	<p>Inhalte des Moduls 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 (netzbasierter 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 Beispiele stammen aus den Bereichen der schaltbaren Spin-Crossover-Komplexe und porösen kristallinen Koordinationspolymere. Neben einer ersten Standardcharakterisierung werden von den hergestellten Verbindungen</p>	

	<p>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"> • 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. • Die Studierenden lernen aus den Fakten systemisch und systematisch Regeln abzuleiten und deren Grenzen der Gültigkeit zu erkennen. • Die Studierenden erlernen Theorie und Praxis zu verknüpfen, zu interpretieren, zu verifizieren und zu extrapolieren. • Die Studierenden erlernen komplexe Problemlösungswege anhand des westlichen Weges der Abstraktion im Vergleich zum holistischen östlichen Ansatz zu erkennen und anzuwenden.
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Experimentelles Seminar
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie</p>
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: Experimentelles Seminar Funktionale Koordinationsverbindungen • Prüfungsleistungen: Klausur 120min oder mündliche Prüfung 30min
6	<p>Literatur</p> <p><i>Vorlesung Funktionale Koordinationsverbindungen</i></p> <p>L. Gade, Koordinationschemie, Wiley-VCH, 1998</p> <p>C. Janiak in E. Riedel (Hrsg), Moderne Anorganische Chemie, de Gruyter, 2007</p> <p>J. R. Gispert, Coordination Chemistry, Wiley-VCH, 2008</p> <p>J. Huheey, E. Keiter, R. Keiter, u.a. Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität, 5. Aufl. 2014, de Gruyter, Berlin;</p> <p>Aktuelle Übersichts- und Originalartikel aus der Literatur.</p> <p><i>Experimentelle Übungen Funktionale Koordinationsverbindungen</i></p> <p>Die Versuchsbeschreibungen und weiterführenden Literaturstellen werden bei den einzelnen Versuchen angegeben.</p>
7	<p>Weitere Angaben</p>
8	<p>Organisationseinheit</p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie , LE Chemie; (http://www.aci.uni-hannover.de)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Prof. Dr. Dr. hc. Franz Renz</p>

Advanced Methods for Structure Analysis		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 84 h Davon Selbststudium: 96 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der strukturellen Aufklärung von komplexen, nanokristallinen und/oder fehlgeordneten 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"> • die Eignung verschiedener Strukturaufklärungsmethoden für materialanalytische Fragestellungen zu beurteilen und Anwendungspotentiale erkennen zu können. • Röntgenpulverbeugung als Methode im Lichte der Strukturaufklärung zu erläutern. • speziell die dreidimensionale Elektronenbeugung als Methode zu erläutern. • prinzipiell fehlgeordnete Materialien zu modellieren und zu simulieren. • die Grundzüge für den Umgang mit dem Elektronenmikroskop hinsichtlich der Elektronenbeugung zu beschreiben. • mit spezialisierten Computerprogrammen zur Auswertung und Bestimmung strukturanalytischer Fragestellungen in Grundzügen umzugehen. 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auffrischung kristallographischer Grundlagen • Interferenz und Beugung am Kristall • Modellierung und Simulation • Typische Methoden zur Strukturaufklärung • Dreidimensionale Elektronenbeugung • Fehlordnung in Kristallstrukturen <p>Laborübung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probenpräparation PXRD und TEM • Messung von Röntgenpulverdiagrammen • Indizierung; eventuell Durchführung von qualitativen und quantitativen Phasenanalysen <p>Durchführung einer einfachen Kristallstrukturbestimmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmissionselektronenmikroskop justieren • Erprobung unterschiedlicher Messmethoden • Datenrekonstruktion von Kippserien • Datenanalyse von Elektronenbeugungsdaten • Strukturlösung und Strukturverfeinerung • Dynamische Strukturverfeinerung • Datenanalyse/Dateninterpretation sowie Modellierung 	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Advanced Methods for Structure Analysis (3 SWS) • Laborübung Advanced Methods for Structural Analysis (3 SWS) 	
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Empfehlungen: Grundkenntnisse in TEM; Grundkenntnisse in Kristallographie; Fortgeschrittene Kenntnisse in Festkörperchemie; Grundkenntnisse in EDV</p>	
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: VbP (Laborübung) Advanced Methods for Structure Analysis • Prüfungsleistungen: Klausur 120 Minuten oder Mündliche Prüfung 30 Minuten 	
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • J. Bohm, D. Klimm, M. Mühlberg: Einführung in die Kristallographie, ISBN-13: 978-3110460230 • U. Müller: Anorganische Strukturchemie, ISBN-13: 978-3834806260 • U. Müller: Symmetry Relationships Between Crystal Structures: Applications of Crystallographic Group Theory in Crystal Chemistry, ISBN-13: 978-0199669950 • X. Zou, S. Hovmoller, P. Oleynikov: Electron Crystallography: Electron Microscopy and Electron Diffraction, ISBN: 978-0199580200 	
7	<p>Weitere Angaben: Keine</p> <p>Dozierende: Krysiak, Schaate, Siroky</p>	

05.05.2025

8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Anorganische Chemie, LE Chemie http://www.aci.uni-hannover.de
9	Modulverantwortliche/r Dr. Yasar Krysiak

Elektrochemie für Fortgeschrittene		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester und Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 56 h
		Davon Selbststudium: 124 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p>Das Modul dient der Vermittlung vertiefter Fertigkeiten eines vertieften und erweiterten Verständnisses zur Elektrochemie (für fortgeschrittene Masterstudierende) basierend auf quantenchemischen und thermodynamischen Grundlagen. Insbesondere werden alle Themen mit Quantenchemischen Rechnungen (DFT, Programmpaket ADF, BAND) vertieft.</p> <p>Anwendungen im Bereich der aktuellen Batterie- und Elektrolyseforschung werden im Seminar behandelt. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die chemischen und physikalischen Grundlagen der Elektrochemie in Lösung und Festkörpern zu erläutern • quantenchemische Modellierungen und Vorausberechnungen zu erläutern und anzuwenden (ADF, BAND) • elektrochemische Prozesse im Hinblick auf Synthesen und Energiespeicherung zu erklären. • eigenständig elektrochemische Problemstellungen auch in Bezug auf die Anwendung formulieren und Lösungsvorschläge erarbeiten zu können auch mit Hilfe der quantenchemischen Programme. 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Vorlesung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektroden auf quantenchemischer Basis (BAND) • Elektrodendynamik (BAND, ADF) • Spektro-Elektrochemie (Radikalberechnungen, ADF) • Einzelschrittreaktionen • Mehrschrittreaktionen • Elektrische Doppelschichten • Elektrokapillarität • Elektrochemische Abscheidung • Elektrochemische Nanotechnologie (BAND, ADF) • Elektrokatalyse (BAND) • Energieumwandlung und Speicherung • Batterietypen • Festkörperelektrochemie (BAND) • Energiekonversion und -speicherung <p>Übung</p> <p>In einer physikalisch-chemischen Übung werden quantenchemische Lösungen bearbeitet und am Computer errechnet.</p> <p>Seminar</p> <p>Aktuelle Forschungsthemen aus den Bereichen Batterien, Elektrolyte und Elektrokatalyse.</p>	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Elektrochemie für Fortgeschrittene (2 SWS) • Theoretische Übung Elektrochemie für Fortgeschrittene (1 SWS) • Seminar Aktuelle elektrochemische Forschung (1 SWS) 	
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Empfehlungen: keine</p>	
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: keine • Prüfungsleistungen: VbP (AA, Ausarbeitung) 	
6	<p>Literatur</p> <p>Electrochemistry, Carl H. Hamann Andrew Hamnett, Wolf Vielstich , Wiley-VCH; 2nd edition (2007)</p> <p>Modern Electrochemistry, J. Bockris, A. Reddy, Plenum, New York</p> <p>Molecular Quantum Mechanics, P. Atkins, R. Friedmann, OUP, Oxford</p> <p>Batteries: Present and Future Energy Storage Challenges, Stefano Passerini (ed.), Wiley-VCH; 1st edition (2020)</p> <p>Interfacial Electrochemistry, Wolfgang Schmickler, Elizabeth Santos, Springer; 2nd edition (2010)</p>	

	Physical Electrochemistry: Fundamentals, Techniques and Applications Paperback, Noam Eliaz (Autor), Eliezer Giladi, Wiley-VCH; 2nd edition (2018) Solid State Electrochemistry I and II: Fundamentals, Materials and their Applications, Vladislav V. Kharton, Wiley-VCH; 1st edition (2009)
7	Weitere Angaben: Keine Dozierende: Becker
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; http://www.pci.uni-hannover.de/
9	Modulverantwortliche/r Becker

Intermolekulare Wechselwirkung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester und Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlmodul Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 56 h
		Davon Selbststudium: 124 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Nanotechnologie		
1	<p>Das Modul dient der Vermittlung eines vertieften und erweiterten Verständnisses der quantenchemischen (computergestützten) Beschreibung Intermolekularer Wechselwirkung in Gasen, Fluiden und Feststoffen und deren Anwendung in Forschung und Industrie (für Masterstudierende).</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die verschiedenen Typen der intermolekularen Wechselwirkungen physikalisch zu erläutern und Zusammenhänge mit der quantenchemischen Struktur der wechselwirkenden Moleküle abzuleiten. • Die molekularen Eigenschaften Quantenchemisch zu berechnen (DFT-Programmpakete SCM ADF) • Methoden der statistischen Thermodynamik auf das Problem der intermolekularen Wechselwirkung anzuwenden. • Die Intermolekularen Wechselwirkungen dann quantenchemisch zu berechnen • Virialkoeffizienten quantitativ zu beschreiben und die Thermodynamik der realen Fluide und Materialien aus ihren intermolekularen Wechselwirkungen heraus zu erläutern. • Die Dispersionskorrekturen in DFT-Programmen mitzuvollziehen und anzuwenden (Grimme-Korrekturen) • Solvatationsmodelle anzuwenden (Programmpaket COSMO) • Aktivitäten in Reaktionsgemischen simulieren (quantenchemisch/thermodynamisch zu modellieren, COSMO). 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Vorlesung/ Übung / Seminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodynamische und quantenchemische Grundlagen • Thermodynamische Grundlagen • Molekulare Dipolmomente <p>Molekulare Polarisierbarkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekulare und makroskopische Eigenschaften • Bornsches Solvatationsmodell • Debye-Langevin Modell • Verallgemeinerte Suszeptibilitäten und Fluktuationen • Keesom-Wechselwirkungen und reale Fluide • Dispersionswechselwirkungen • Molekülkristalle • Molekulare vorgelagerte Assoziate als Ausgangspunkt chemischer Reaktionen • Wasserstoffbrücken • Wasserstofftransfer • Elektronentransfer • Debye-Hückel-Theorie der Elektrolyte • Intermolekulare Wechselwirkungen an Grenzflächen • Berechnungs- und Vorhersagemethoden praktischer relevanter physikalisch-chemischer Eigenschaften von komplexen Fluiden (Gemischen) und Materialien auf Basis gemessener und quantenchemisch am Computer berechneten Eigenschaften von Molekularen Einheiten und Fragmenten. <p>In jeder Einheit werden Quantenchemische Rechnungen zur Illustration vorgeführt und in Zusammenhang mit den Physikalisch chemischen Beziehungen und Anwendungen für Industrielle Fragestellungen diskutiert. In der Übung werden entsprechende Aufgaben gelöst. Im Seminar aktuelle Forschungsarbeiten dazu vorgestellt.</p>	
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Intermolekulare Wechselwirkung (2 SWS) • Theoretische Übung Intermolekulare Wechselwirkung (1 SWS) • Seminar Intermolekulare Wechselwirkung (1 SWS) 	
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Empfehlungen: keine</p>	
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studienleistungen: VbP (Übung) Intermolekulare Wechselwirkung • Prüfungsleistungen: VbP (AA, Ausarbeitung) 	

6	Literatur Intermolecular and surface forces, J. Israelachvili, Academic press, London Theory of intermolecular forces, A. Stone, Oxford University Press Molecular Quantum Mechanics, P. Atkins und R. Friedmann, Oxford University Press L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Statistische Physik, Verlag Harry Deutsch, Zürich K. Lucas, Angewandte Statistische Thermodynamik, Springer Berlin
7	Weitere Angaben: Keine Dozierende: Becker
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, LE Chemie; http://www.pci.uni-hannover.de/
9	Modulverantwortliche/r Becker

Wahlmodul: Elektrotechnik

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

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

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

Sensorik und Nanosensoren – Messen nicht-elektrischer Größen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Winter-/ Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Elektrotechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h		Davon Präsenzzeit: 90 h Davon Selbststudium: 60 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik B.Sc. Nanotechnologie (Kompetenzfeld Elektrotechnik und Informatik)		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen 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.	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Hausübung (1 LP) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung (4 LP) 	
6	Literatur Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
7	Weitere Angaben keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik (https://www.geml.uni-hannover.de)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

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

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

Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizin-Sensorik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlmodul
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlmodul Elektrotechnik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 150 h Davon Präsenzzeit: 60 h Davon Selbststudium: 90 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik M.Sc. Elektrotechnik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizinsensorik 2. Grundlagen der Sensorik und Messtechnik (allgemein und spezielle Anforderungen im Rahmen der Biomedizin-Anwendung) 3. Physiologische und chemische Grundlagen (z.B. Zellbiologie, Entzündungsreaktionen) 4. Sensorikkonzepte in der Biomedizinsensorik (Strategien zur Modulation der Immunantwort, Besonderheiten für Sensoren im Gehirn, Testmethoden für Sensoren und Materialien) 5. Materialien für biomedizinische Sensoranwendungen (Anforderungen, anwendungsspezifische Besonderheiten) Smarte Polymere als Sensorelemente (Grundlagen, Wirkprinzipien, Anwendungsbeispiele) 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung (2 SWS) • Übung (1 SWS) • Labor (1 SWS) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Grundlagen der Sensorik und Messtechnik Grundlagen der Physik und Elektrotechnik Grundkenntnisse Werkstoffe	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur (120min) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Hans-Rolf Tränkler, Leo Reindl: Sensortechnik – Handbuch für Praxis und Wissenschaft. Springer Vieweg, 2. Auflage, 2018 • Elmar Schröder: Elektrische Messtechnik: Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen. Carl Hanser Verlag, 9. Auflage, 2007 • Thomas Elbel: Mikrosensorik – Ein Einführung in Technologie und physikalische Wirkprinzipien vob Mikrosensoren, Vieweg + Teubner, 1. Auflage, 1996 • David A. Puleo and Rena Bizios: Biological Interactions on Materials Surfaces – Understanding and Controlling Protein, Cell, and Tissue Responses, Springer, 2009 • Jeremy C. Wright and Diane J. Burgess: Long Acting Injections and Implants, Advances in Delivery Science and Technology, Springer, 2012 • Y. Chandorkar et al.: The Foreign Body Response Demystified, ACS Biomaterials Science & Engineering 5:19, 2019 • J. M. Anderson et al.: Mechanisms of Inflammation and Infection with Implanted Devices, Cardiovascular Pathology 2(3) Suppl.:33S, 1993 	

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

Laborpraktika

Labor Fortgeschrittene Festkörperphysik für Nanotechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Laborpraktikum	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 90 h	Davon Selbststudium: 30 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Quantenhalleffekt • Epitaxie • Vakuumtechnik • Bindungszustände an Oberflächen und Grenzflächen • Beugungsverfahren mit Röntgenstrahlen und langsamen Elektronen • Tunnelmikroskopie und –spektroskopie • Nanostrukturierung, Elektronenstrahlithographie • Elektronenmikroskopie • Resonantes Tunneln 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Praktikum 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme • Protokoll 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur Wird im Praktikum angegeben.	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Tammo Block	

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

Labor für Sensorik – Messen nicht-elektrischer Größen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Laborpraktikum	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit:
		Davon Selbststudium:
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Elektrotechnik		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • praktische Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der elektrischen Messtechnik • Sensoren in der Medizintechnik • Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke (ehemals: Grundlagen der Elektrotechnik I) • Grundlagen der Elektrotechnik: Elektrische und magnetische Felder (ehemals: Grundlagen der Elektrotechnik II) • Sensorik und Nanosensoren - Messen nicht-elektrischer Größen 	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisprüfung • Teilnahme • Protokoll 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur Die in den praktischen Versuchen behandelten Sensorprinzipien und Messmethoden werden im Skript zum Labor ausführlich beschrieben.	
7	Weitere Angaben Die Anmeldung für das Labor erfolgt über die zentrale Laborplatzvergabe der Oberstufenlabore unter www.tnt.uni-hannover.de/etinflabor/	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik (https://www.geml.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmermann	

Laborpraktikum Mikrotechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Laborpraktikum	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h		Davon Präsenzzeit: 32 h
Davon Selbststudium: 88 h		
Weitere Verwendung des Moduls keine		
1	Qualifikationsziele 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 Elektronenstrahlolithografie, 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Fotolithographie • galvanische Abscheidung • Mikroskopie • Profilometrie • Trennschleifen • Konfokalmikroskopie • Nanoindentation • Elektronenstrahlolithographie • Rasterelektronenmikroskop • EDX 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Laborversuche 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme • Protokoll 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Praktikumsskript 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik (https://www.impt.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r M. Sc. Leonard Diekmann	

Blockpraktikum Labor- und Simulationspraxis Solarenergie		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
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 60 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik B.Sc. Meteorologie B.Sc. Elektrotechnik		
1	Qualifikationsziele 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	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen der Photovoltaik, also im Wesentlichen Optik und Halbleiterphysik • Physikalische Grundlagen und Funktionsweise der verwendeten Messgeräte: <ul style="list-style-type: none"> ○ Spektrophotometer zur Messung des Reflexionsgrades von Solarzellen und anderen Proben ○ Quasi Steady State Photoconductance Decay (QSSPC)-Messung zur Bestimmung der Ladungsträgerlebensdauer in Halbleitern ○ 4-Spitzen-Widerstandsmessung zur Bestimmung des Schichtwiderstands von Halbleitern • Systematische Analyse und Bewertung von Messergebnissen <ul style="list-style-type: none"> ○ Metrologische Grundlagen ○ Systematische Betrachtung und Analyse von Messunsicherheiten • Einführung in numerische Computersimulationen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Numerische Halbleitersimulationen zur Bestimmung der Strom-Spannungs-Kennlinie und damit des Wirkungsgrades der Energiewandlung von Solarzellen ○ Raytracing-Simulationen zur Untersuchung der optischen Eigenschaften von Solarzellen und Solarmodulen • Halten eines wissenschaftlichen Vortrags 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • praktische Laborarbeit • praktische Computerübung • Präsentation 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme • schriftliche Ausarbeitung • Präsentation 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	

Masterarbeit		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 30 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Masterarbeit	Empfohlenes Fachsemester 4. Mastersemester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 900 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 900 h
Weitere Verwendung des Moduls keine		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls 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.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> wissenschaftliches Bearbeiten eines Teilprojekts 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: Die Zulassung zur Masterarbeit setzt voraus, dass mind. 60 Leistungspunkte erbracht sein müssen. Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> schriftliche Masterarbeit Vortrag 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Literatur zur jeweiligen wissenschaftlichen Problemstellung Walter Krämer, Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit? ,1999 Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47 	
7	Weitere Angaben Beginn ganzjährig möglich; Prüfungsleistung: Masterarbeit, Seminarvortrag	
8	Organisationseinheit	
9	Modulverantwortliche/r Diverse Institute	