



Modulkatalog Nanotechnologie
Bachelor- und Masterstudiengang
Sommersemester 2020

Impressum

Herausgeber

Fakultät für Mathematik und Physik der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr. C. Walker

Bearbeitet von: Dr. K. Radatz

Adresse: Appelstr.11A, D-30167 Hannover

Telefon: +49 (0)511 / 762 – 4466

Fax: +49 (0)511 / 762 – 5819

E-Mail: studienbuero@maphy.uni-hannover.de

Online unter:

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

Inhalt

Einleitung.....	1
Teil A: Bachelorstudium	2
Allgemeines	2
Grundlagenstudium (104 LP).....	2
Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie (8 LP)	2
Kompetenzfeld: Chemie (16 LP).....	2
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP)	3
Kompetenzfeld: Maschinenbau (15 LP)	3
Kompetenzfeld: Mathematik (22 LP)	3
Kompetenzfeld: Physik (26 LP).....	3
Vertiefungsstudium (32 LP)	4
Kompetenzfeld: Chemie (20LP)	4
Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (20LP)	4
Kompetenzfeld: Maschinenbau (20 LP)	5
Kompetenzfeld: Physik (20 LP).....	5
Schlüsselkompetenzen (5 LP)	5
Fachpraktikum (12 Wochen, 15 LP).....	6
Bachelorarbeit (450 Stunden, 15 LP).....	6
Studienverlauf	6
Teil B: Masterstudium	8
Allgemeines	8
Pflicht-Kompetenzfeld: Methoden der Nanotechnologie (12 LP).....	9
Wahlkompetenzfelder (35-42 LP).....	10
Wahl-Kompetenzfeld: Chemie (10 LP).....	10
Wahl-Kompetenzfeld: Chemie der Nanowerkstoffe (14 LP)	10
Wahl-Kompetenzfeld: Lasertechnik/Photonik (14 LP).....	10
Wahl-Kompetenzfeld: Materialphysik (13 LP)	10
Wahl-Kompetenzfeld: Mikro- und Nanoelektronik (12 LP)	11
Wahl-Kompetenzfeld: Mikroproduktionstechnik (14 LP)	11
Wahl-Kompetenzfeld: Biomedizintechnik (14 LP)	11
Wahlkurse (18-25 LP).....	12
Wahlbereich Physik.....	12
Wahlbereich Maschinenbau	12

Wahlbereich Chemie.....	13
Wahlbereich Elektrotechnik.....	14
Laborpraktika.....	14
Teil C: Verzeichnis der Kursbeschreibungen	16
Bachelorstudium: Lernergebnisse	16
Bachelor Nanotechnologie	18
Grundlagenstudium	18
Vertiefungsstudium.....	35
Schlüsselkompetenzen.....	54
Fachpraktikum 12 Wochen	61
Bachelorarbeit.....	62
Masterstudium: Lernergebnisse.....	63
Master Nanotechnologie	65
Pflicht-Kompetenzfeld: Methoden der Nanotechnologie	65
Wahlkompetenzfelder	69
Wahlkurse	92
Laborpraktika	136
Masterarbeit	139

Einleitung

Liebe Studierende,

vor Ihnen liegt der Kurs- und Modulkatalog für die Studiengänge Bachelor of Science und Master of Science Nanotechnologie. Dieser Studiengang ist von den Fakultäten für Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik, Mathematik und Physik und von der Naturwissenschaftlichen Fakultät in Zusammenarbeit mit dem Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) eingerichtet, um den Bereich der Nanotechnologie in Forschung und Lehre am Standort Hannover zu stärken und weiter auszubauen. Durch die Verknüpfung der Disziplinen Chemie, Elektrotechnik und Informatik, Maschinenbau, Mathematik und Physik qualifiziert Sie dieser Studiengang besonders im hochinterdisziplinären Fachgebiet der Nanotechnologie und bereitet Sie auf eine Tätigkeit im Umfeld der Schlüsseltechnologie „Nanotechnologie“ des 21. Jahrhunderts vor.

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

Christoph Walker

Studiendekan der Fakultät für Mathematik und Physik

Teil A: Bachelorstudium

Allgemeines

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

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

Grundlagenstudium (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	Caro/Osten/ Wurz/Pfnür	WS	5 LP
Seminar Nanotechnologie	Schulze- Wischeler	WS/SS	3 LP

Kompetenzfeld: Chemie (16 LP)

Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie Vorlesungsteil mit 5 LP im WS (Vorlesung Allgemeine Chemie, 14001; Übung zur VL Allgemeine Chemie, 14201; Seminar Allgemeine Chemie, 15606)	Schneider, Schaate, Franke, Marchanka	WS	5 LP
Praktikumsteil mit 5 LP im Sommersemester (15406)	Renz	SS	5 LP
Physikalische Chemie I	Weinhart, Caro	SS	6 LP

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (18 LP)

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

Kompetenzfeld: Maschinenbau (15 LP)

Technische Mechanik I für Maschinenbau	Wangenheim/ Weißenfels	WS	5 LP
Technische Mechanik II für Maschinenbau		SS	5 LP
Mikro- und Nanotechnologie	Wurz	WS	5 LP

Kompetenzfeld: Mathematik (22 LP)

Mathematik I für Ingenieure	Krug/ Bielawski	WS	8 LP
Mathematik II für Ingenieure		SS	8 LP
Numerische Mathematik	Leydecker/ Attia	WS	6 LP

Kompetenzfeld: Physik (26 LP)

Physik I – Mechanik und Wärme	Oestreich	WS	6 LP
Physik II – Elektrizität und Relativität	Ospelkaus	SS	8 LP
Physik III – Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene	Ristau	WS	8 LP
Grundpraktikum Physik	Weber	SS	4 LP

Vertiefungsstudium (32 LP)

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

Im Kompetenzfeld Chemie zählt die Note der mündlichen Prüfung im Modul „Anorganische Chemie 2“ für das ganze Kompetenzfeld, also für 16 LP, da die anderen beiden Module unbenotet sind. In den anderen Kompetenzfeldern setzt sich die Note als (mit LP) gewichtetes Mittel aus den Modulen zusammen.

Kompetenzfeld: Chemie (20LP)

Anorganische Chemie I	Behrens, Schneider, Renz	SS	5 LP
Anorganische Chemie II	Schneider, Renz	WS	5 LP
Instrumentelle Methoden 1: Instrumentelle Methoden I, Molekülsymmetrie/Kristallographie I	Behrens, Fohrer Feldhoff, Gebauer, Schneider	WS	6 LP
Technische Chemie I	Scheper	SS	4 LP

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik (20LP)

Grundlagen der Halbleiterbauelemente + Halbleiterschaltungstechnik	Osten + Wicht	SS+SS	4+4 LP
Regelungstechnik I (ET) + Informationstechnisches Praktikum	Müller + Niemann	WS+WS	4+3 LP
Sensorik und Nanosensoren	Zimmermann	WS	5 LP

Kompetenzfeld: Maschinenbau (20 LP)

Werkstoffkunde 1 und 2 + Praktikum	Möhwald	WS+SS	10 LP
Mikro- und Nanosysteme	Wurz	SS	5 LP
Regelungstechnik I (MB) + Tutorium (DoE)	Reithmeier	SS	5 LP

Kompetenzfeld: Physik (20 LP)

Elektronik + Praktikum Elektronik	Block	SS+SS/WS	6 LP
Quantentheorie für Nanotechnologen	Werner	SS	6 LP
Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologen	Hübner	WS	8 LP

Schlüsselkompetenzen (5 LP)

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

Einführung in den Gewerblichen Rechtsschutz	Prof. Dr. iur. Christian Heinze, LL.M.	SS	4 LP
Qualitätsmanagement	Denkena	SS	5 LP
Einführung in das Recht für Ingenieure	Kurtz	WS	3 LP
Innovationsmanagement für Ingenieure	Fricke	WS	3 LP
Technikrecht 1/ Technikrecht 2	N.N.	WS+SS	4 LP
Betriebsführung	Nyhuis	SS	3 LP
Wissenschaftliche Methodik und Soft Skills im Ingenieurs- und Forschungsbereich	Körner	WS+SS	2 LP
Tutorien des Maschinenbaus	s. Veranstaltungsinformationen		
Angebote des Zentrums für Schlüsselkompetenzen	s. Veranstaltungsinformationen		
Starting Business Angebote	s. Veranstaltungsinformationen		
Angebote des Fachsprachenzentrums	s. Veranstaltungsinformationen		

Fachpraktikum (12 Wochen, 15 LP)

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

Bachelorarbeit (450 Stunden, 15 LP)

Den Abschluss des Studiums bildet die Bachelorarbeit. Dabei beträgt die Bearbeitungszeit 450 Stunden, also 11-12 Wochen Vollzeit. Die Arbeit kann allerdings studienbegleitend geschrieben werden, daher ist der Bearbeitungszeitraum auf sechs Monate festgelegt worden. Zusätzlich zu der schriftlichen Ausarbeitung gehört zu der Bachelorarbeit auch ein verpflichtender Vortrag, der in die Note einfließt. Um zur Bachelorarbeit zugelassen zu werden müssen bereits 120 LP des Bachelorstudiums erbracht sein. Die Anmeldung zur Bachelorarbeit erfolgt über ein Formular im Prüfungsamt.

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 2016)

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

ET: Fakultät für Elektrotechnik und Informatik

MP: Fakultät für Mathematik und Physik

MB: Fakultät für Maschinenbau

Zusammenarbeit aus ET, MP, MB, N

N: naturwissenschaftliche Fächer

alle Fakultäten

Firmen / Forschungseinrichtungen

Teil B: Masterstudium

Allgemeines

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

Pflicht-Kompetenzfeld „Methoden der Nanotechnologie“	12 LP
3 Wahlkompetenzfelder (WK)	34 - 42 LP
Wahlbereich	18 - 26 LP
Studium Generale	6 LP
Labore	12 LP
Masterarbeit (6 Monate)	30 LP

Pflicht-Kompetenzfeld: Methoden der Nanotechnologie

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

Wahlkompetenzfelder (36-42 LP)

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

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

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

Wahlkurse (18-26 LP)

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

Studium Generale (6 LP)

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

Labore (360 Stunden, 12 LP)

Im Rahmen des Studiums müssen die Studierenden drei verschiedene Labore absolvieren, davon mindestens jeweils eines aus dem Bereich Naturwissenschaften bzw. Ingenieurwissenschaften. Als Labore stehen ein Labor Halbleitertechnologie (Prof. Osten), ein Laborpraktikum Festkörperphysik (Dozenten der Festkörperphysik) und ein Mikrotechniklabor (Dr. Wurz) zur Auswahl.

Masterarbeit (6 Monate, 30 LP)

Den Abschluss des Studiums bildet die Masterarbeit mit einer Gesamtdauer von sechs Monaten. Zusätzlich zu der schriftlichen Ausarbeitung geht ein verpflichtender Vortrag über die Arbeit in die Note ein. Um zur Masterarbeit zugelassen zu werden müssen bereits 60 LP des Masterstudiums erbracht sein. Die Anmeldung zur Masterarbeit erfolgt über ein Formular im Prüfungsamt.

Pflicht-Kompetenzfeld: Methoden der Nanotechnologie (12 LP)

Physikalische Materialchemie (Teil 1 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermaterialeien) (Teil 2 Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen)	Bigall, Feldhoff, Lauth, Caro, Dorfs, Klüppel	SS	7 LP
Quantenstrukturbauelemente ¹	Haug	SS	5 LP

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

Wahlkompetenzfelder (34-42 LP)Wahl-Kompetenzfeld: Chemie (10 LP)

Kolloide und Nanoteilchen (Vorlesung + experimentelles Seminar)	Bigall, Dorfs, Lauth	SS+WS	4 LP
Praktikum zur Vorlesung „Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale“	Bigall, Dorfs, Klüppel, Feldhoff	SS	3 LP
Physikalische Chemie III (Vorlesung + Übung)	Bigall	WS	3 LP

Wahl-Kompetenzfeld: Chemie der Nanowerkstoffe (12 LP)

Anorganische Materialchemie ²	Behrens	SS	6 LP
Katalyse und Reaktionsmechanismen (4V +1Ü)	Caro, Kalesse, Bahnemann, Behrens, Renz, Scheper	WS	6 LP

Wahl-Kompetenzfeld: Lasertechnik/Photonik (14 LP)

Lasermaterialbearbeitung	Overmeyer	SS	5 LP
Photonik	Chichkov/ Hinze	WS	4 LP
Kohärente Optik	Schmidt/ Spethmann	SS	5 LP

Wahl-Kompetenzfeld: Materialphysik (13 LP)

Grundlagen der Epitaxie	Fissel	WS	4 LP
Molekulare Elektronik	Pfnür	SS	4 LP
Oberflächenphysik	Pfnür	WS	5 LP

² Die bestandene Prüfung „Anorganische Chemie II“ wird vorausgesetzt.

Wahl-Kompetenzfeld: Mikro- und Nanoelektronik (12 LP)

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

Wahl-Kompetenzfeld: Mikroproduktionstechnik (14 LP)

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

Wahl-Kompetenzfeld: Biomedizintechnik (14 LP)

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

Wahlkurse (18-26 LP)Wahlbereich Physik

Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologen (nur V+Ü) ³	Oestreich	WS	5 LP
Praktikum zu Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologen ¹	Block	WS	3 LP
Physik der Solarzelle	Brendel	SS	5 LP
Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik	Heisterkamp/ Lubatschowski	WS	4 LP
Seminar zu Photonik	Chichkov	WS	3 LP
Nichtlineare Optik	Morgner	SS	5 LP
Atom- und Molekülphysik	Ospelkaus	WS	5+3 LP
Physics of Life	Chichkov	SS	2 LP
Proseminar Biophotonik	Roth	WS/SS	3 LP
Fortgeschrittene Festkörperphysik	Ding/ Rugeramigabo	WS	5 LP
Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und -verarbeitung mit LabView	Schinke	WS	5 LP
Introduction to Nanophysics	Ding/Zhang	SS	10 LP
Seminar Chemie und Physik der Nanostrukturen	Haug	WS	4 LP

Wahlbereich Maschinenbau

Biokompatible Werkstoffe	Klose	SS	5 LP
Optische Analytik	Heidenblut	WS	4 LP
Thermodynamik I (für Maschinenbauer)	Kabelac	WS	4 LP
Biomedizinische Technik für Ingenieure II	Glasmacher	SS	5 LP

³ Sofern nicht schon im Bachelorstudium belegt.

Optische Messtechnik	Reithmeyer	WS	5 LP
Qualitätsmanagement	Denkena	SS	5 LP
Implantologie	Glasmacher	SS	4 LP
Laser in der Biomedizintechnik	Kaierle	WS	5 LP
Biophotonik - Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen	Heisterkamp	SS	4 LP
Entwicklungsmethodik-Produktentwicklung I	Lachmeyer	WS	5 LP
Oberflächentechnik	Möhwald	WS	4 LP

Wahlbereich Chemie

Festkörpersynthese und Materialpräparation (Teil des Moduls Anorganische Materialchemie) ⁴	Behrens	SS	4 LP
Organische Chemie I (Vorlesung)	Butenschön/ Cox/Kalesse	WS	6 LP
Anorganische Chemie III (nur Vorlesung)	Renz, Locmelis	WS	3 LP
Biomaterialien und Biomineralisation (Vorlesung)	Behrens	SS	4 LP
Biomaterialien und Biomineralisation (Experimentelles Seminar)	Behrens	SS	4 LP
Grundlagen der Materialanalytik (Vorlesung)	Gebauer, Dorfs, Giese, Lacayo, Polarz	SS	3 LP
Experimentelles Seminar Grundlagen der Materialanalytik (3P)	Gebauer, Dorfs, Feldhoff, Giese, Lacayo, Polarz	SS	3 LP
Polymere Materialien (2V Synthese, 2V Analytik)	Giese	SS	5 LP
Experimentelles Seminar Polymere Materialien (2P)	Giese	WS	3 LP
Instrumentelle Methoden 2 (3V, 1Ü)	Grabow, Fohrer, Dräger	SS	5 LP

⁴ Beide Vorlesungen des Moduls Anorganische Materialchemie werden vorausgesetzt.

Wahlbereich Elektrotechnik

MOS-Transistoren und Speicher	Wietler	SS	5 LP
Grundlagen der elektrischen Messtechnik	Garbe/Zimmermann	SS	4 LP
Wirkungsweise und Technologie von Solarzellen	Peibst	WS	4 LP
Sensorik und Nanosensoren	Zimmermann	WS	5 LP
Einführendes Labor- und Simulationspraktikum Photovoltaik	Schinke/Brendel	SS	4 LP
Mikro- und Nanosysteme	Körner	WS	5 LP
Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizin-Sensorik	Körner	SS	5 LP

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

Laborpraktika

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

Festkörperphysik	Block	WS/ SS	4 LP
Halbleitertechnologie	Osten	WS	4 LP
Mikrotechnik	Wurz	SS	4 LP

Masterstudium Nanotechnologie (PO 2016)

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

N: naturwissenschaftliche Fächer
alle Fakultäten
Firmen / Forschungseinrichtungen

Zusammenarbeit aus ET, MP, MB, N
MP: Fakultät für Mathematik und Physik

Teil C: Verzeichnis der Kursbeschreibungen

Bachelorstudium: Lernergebnisse

Aufgaben und Anforderungen im Fach Nanotechnologie:

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

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

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

Wesentliche Qualifikationsziele im Bachelorstudiengang Nanotechnologie sind:

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

Absolventinnen/Absolventen im Bachelorstudiengang Nanotechnologie sind in der Lage:

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

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

Hinweise zu den Kursbeschreibungen: Prüfungsart und Prüfungsdauer

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

Abkürzungen:

LP: Leistungspunkte

P: Praktikum

S: Seminar

SS: Sommersemester

SWS: Semesterwochenstunden

Ü/U: Übung

V: Vorlesung

WS: Wintersemester

Bachelor Nanotechnologie

Grundlagenstudium

Kompetenzfeld: Einführung in die Nanotechnologie

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 Caro, Osten, Wurz, Pfnür	

Seminar Nanotechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	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 20 Teilnehmer (Stud.IP-Anmeldung)	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik (https://www.maphy.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Schulze-Wischeler (Caro, Osten, Pfnür, Wurz, Bigall)	

Kompetenzfeld: Chemie

Einführung in die Allgemeine und Anorganische Chemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte Vorlesung: 5 LP Praktikum: 5 LP	Häufigkeit des Angebots Vorlesung: Wintersemester 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 Praktikum 90 h		Davon Präsenzzeit Vorlesung: 90 h Praktikum: 60 h Davon Selbststudium: Vorlesung: 120 h Praktikum: 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 <ul style="list-style-type: none"> • Atombau • Chemische Bindung • Aufbau von Elementen und Verbindungen • Schmelz- und Siedeverhalten von Ein- und Zweistoffsystemen • Thermodynamik chemischer Reaktionen: Massenwirkungsgesetz, homogene und heterogene Gleichgewichte • Kinetik chemischer Reaktionen: Arrhenius-Beziehung, Reaktionsordnung • Chemie wässriger Lösungen: Säuren/Basen, Oxidation/Reduktion, schwerlösliche Ionenverbindungen • Nomenklatur anorganischer und organischer Stoffe 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung • Praktikum 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Seminarvortrag + schriftliche Prüfung (5 LP) • Teilnahme am Praktikum + Protokoll (5 LP) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • M. Binnewies, M. Jäckel, H. Willner, G. Rayner-Canham, Allgemeine und Anorganische Chemie, 1. Auflage 2004, Spektrum-Verlag 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Schaate, Ehlert, Renz, Marchanka	

Physikalische Chemie I		Kennnummer / Prüfcode				
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht				
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch				
Kompetenzbereich Grundlagenstudium – Kompetenzfeld: Chemie	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester				
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt 210 h		Davon Präsenzzeit: 84 h Davon Selbststudium: 126 h				
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie (in diesem Studiengang 7 LP) Fächerübergreifender B.Sc./B.A. (modifiziert) B.Sc. Biochemie B.Sc. Technical Education (modifiziert)						
1	Qualifikationsziele Vermittlung grundlegender theoretischer Kenntnisse und deren Anwendungen zu den Themengebieten des Moduls Physikalische Chemie 1 (für Studienanfänger). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Physikalische Chemie 1 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, Kinetik und Elektrochemie zu analysieren, zu beschreiben und zu lösen. 					
2	Inhalte des Moduls Die Eigenschaften der Gase; Der Erste Hauptsatz der Thermodynamik; Thermochemie; Bildungsenthalpien; Zustandsfunktionen und totale Differentiale; Der zweite Hauptsatz; Der Dritte Hauptsatz der Thermodynamik; Freie Energie und Freie Enthalpie; Das chemische Potential; Physikalische Umwandlung reiner Stoffe; Die thermodynamische Beschreibung von Mischungen; Kolligative Eigenschaften; Aktivitäten; Phasendiagramme; Das chemische Gleichgewicht; Die Verschiebung des Gleichgewichtes bei Änderung der Reaktionsbedingung; Gleichgewichtselektrochemie; Formalkinetik.					
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • (Gruppen-)Übung 					
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Lehrinhalte der Module Mathematik und Experimentalphysik					
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Studienleistungen:</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • keine </td> </tr> <tr> <td>Prüfungsleistungen:</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung </td> </tr> </table>		Studienleistungen:	<ul style="list-style-type: none"> • keine 	Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung
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"> • P.W. Atkins, Physikalische Chemie, 3. korr. Aufl., 2002; G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 4. Aufl., 1997 					
7	Weitere Angaben keine					
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Mineralogie (https://www.mineralogie.uni-hannover.de/)					
9	Modulverantwortliche/r Weinhart, Caro					

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 • 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 (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 Zimmermann, 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 	
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 Zimmermann, Garbe	

Grundpraktikum Elektrotechnik (für Nanotechnologie)		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 2+2 LP	Häufigkeit des Angebots Sommer- und 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	
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 und Protokoll 	
	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 Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik (https://www.geml.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Zimmermann, Garbe, Dierker	

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: 33 h	Davon Selbststudium: 117 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung von Kenntnissen über Prozesse und Anlagen, die der Herstellung von Mikro- und Nanobauteilen dienen. Bei der Mikrotechnologie liegt der Schwerpunkt auf Verfahren der Dünnschichttechnik. Die Herstellung der Bauteile erfolgt durch Einsatz von Beschichtungs-, Ätz- und Dotiertechniken in Verbindung mit Fotolithografie. Beim Übergang zur Nanotechnologie werden letztere durch Verfahren der Selbstorganisation ergänzt. Hier kommen spezielle Verfahren zum Einsatz, die unter der Bezeichnung Bottom-up- und Top-down-Prozesse zusammengefasst werden. Studierende können zwischen den einzelnen Prozessen unterscheiden und verstehen den grundlegenden Aufbau von Mikro- und Nanosystemen.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Vakuumtechnik • Beschichtungstechnik: Physikalische (Physical Vapor Deposition - PVD) und chemische (Chemical Vapor Deposition - CVD) Abscheidung von Filmen aus der Dampfphase, galvanische Verfahren • Dotierung und Oberflächenumwandlung • Ätztechnik: Nasschemisches Ätzen, physikalisches, physikalisch-chemisches und chemisches Trockenätzen • Fotolithografische Verfahren zur Strukturdefinition • Nanotechnologie: Bottom-up- und Top-down-Prozesse • Fertigung im Reinraum 	
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 (4 LP) • Online-Test (1 LP) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Wautelet: Nanotechnologie, Oldenbourg, 2008; M.J. Madou: Fundamentals of Microfabrication. 2. Ausgabe, Boca Raton [u.a.]: CRC Press, 2002 • S. Büttgenbach: Mikromechanik: Einführung in Technologie und Anwendungen. 2. Auflage, Teubner, 1994 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mikroproduktionstechnik (https://www.impt.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Wurz	

Technische Mechanik I für Maschinenbauer		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: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt die grundlegenden Methoden und Zusammenhänge der Statik zur Beschreibung und Analyse starrer Körper. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: selbstständig Problemstellungen der Statik zu analysieren und zu lösen, das Schnittprinzip und das darauf aufbauende Freikörperbild zu erläutern, statische Gleichgewichtsbedingungen starrer Körper zu ermitteln, Lagerreaktionen (inkl. Reibungswirkungen) analytisch zu berechnen, statisch bestimmte Fachwerke zu analysieren und Beanspruchungsgrößen (Schnittgrößen) am Balken zu ermitteln.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Statik starrer Körper, Kräfte und Momente, Äquivalenz von Kräftegruppen • Newton'sche Gesetze, Axiom vom Kräfteparallelogramm • Gleichgewichtsbedingungen • Schwerpunkt starrer Körper • Haftung und Reibung, Coulomb'sches Gesetz, Seilreibung und -haftung • ebene und räumliche Fachwerke • ebene und räumliche Balken und Rahmen, Schnittgrößen • Arbeit, potentielle Energie und Stabilität, Prinzip der virtuellen Arbeit 	
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 (unbenotet) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • 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, Verlag Pearson Studium, 2012. 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Dynamik und Schwingungen (https://www.ids.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Wangenheim, Schlesier	

Technische Mechanik II für Maschinenbauer		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: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt die grundlegenden Methoden und Zusammenhänge der Festigkeitslehre zur Beschreibung und Analyse deformierbarer Festkörper. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: selbstständig Problemstellungen der Festigkeitslehre zu analysieren und zu lösen, die Belastung und Verformung mechanischer Bauteile infolge verschiedener Beanspruchungsarten zu ermitteln, statisch unbestimmte Probleme zu lösen und die Stabilität von Stäben unter Knickbelastung zu bewerten.	
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, Prinzip der virtuellen Kräfte • Knickung, Euler'sche Knickfälle 	
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 (unbenotet) 	
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 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Dynamik und Schwingungen (https://www.ids.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr.-Ing. Christian Weißenfels	

Kompetenzfeld: Mathematik

Mathematik I für Ingenieure		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: 270 h	Davon Präsenzzeit: 96 h	Davon Selbststudium: 174 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 und Reihen • Stetigkeit • Elementare Funktionen • Differentiation in einer Veränderlichen • Integralrechnung in einer Veränderlichen 	
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 (unbenotet) 	
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, Krug, Prof. Dr. Roger Bielawski	

Mathematik II für Ingenieure		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: 270 h	Davon Präsenzzeit: 96 h	Davon Selbststudium: 174 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) 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I für Ingenieure	
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"> • Kurt Meyberg, Peter Vachenaer: 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, Prof. Dr. Roger Bielawski, Krug	

Numerische Mathematik für Ingenieure		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 B.Sc. Maschinenbau		
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 • Matrizeigenwertprobleme • Interpolation und Ausgleichsrechnung • Numerische Quadratur • nichtlineare Gleichungen und Systeme • Laplace-Transformation • gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen • Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen • Eigenwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I und II für Ingenieure	
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"> • 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 Vachenaer. Höhere Mathematik 2 (4., korr. Aufl. 2001). Springer. 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Angewandte Mathematik (https://www.ifam.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Leydecker, Attia	

Kompetenzfeld: Physik

Physik I – Mechanik und Wärme		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Physik	Empfohlenes Fachsemester 1. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 90 h	Davon Selbststudium: 90 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.	
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 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
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"> • Übungsaufgaben 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
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. Michael Oestreich	

Physik II – Elektrizität und Relativität		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 8 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Kompetenzfeld: Physik	Empfohlenes Fachsemester 2. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 150 h	Davon Selbststudium: 90 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele Die Studierenden verfügen über fundiertes Faktenwissen auf dem Gebiet der Elektrizitäts- und Relativitätslehre. Sie sind in der Lage die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten herzuleiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen. Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut. Sie kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit computergestützter Datenerfassung vertraut. Sie sind in der Lage Messergebnisse in tabellarischer und graphischer Form übersichtlich darzustellen.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Elektrostatik, elektrischer Strom, Statische Magnetfelder, Zeitlich veränderliche Felder • Maxwell'sche 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 • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesungen Mechanik und Wärme und Mathematische Methoden der Physik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (unbenotet) 	
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	

Physik III – 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. Detlev Ristau	

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, Temperatur, Viskosität, Spezifische Wärme, Wasserdämpfe • 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 Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Weber	

Vertiefungsstudium

Kompetenzfeld: Chemie

Instrumentelle Methoden 1		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h		Davon Präsenzzeit: 120 h
Davon Selbststudium: 60 h		
Weitere Verwendung des Moduls		
B.Sc. Chemie B Sc. Biochemie (nur MSK)		
1	Qualifikationsziele Vermittlung grundlegender theoretischer Kenntnisse und deren Anwendung zu den Themengebieten des Moduls Instrumentelle Methoden I (für Studienanfänger). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Instrumentelle Methoden 1 wiederzugeben und zu erläutern. • Standardmethoden der Röntgeneinkristall- und Röntgenpulverbeugung sowie Elektronenmikroskopie und deren Anwendungsmöglichkeiten zu nennen und zu erläutern. • erworbenes Fachwissen in den nachfolgenden Praktika anzuwenden. 	
2	Inhalte des Moduls <u>Vorlesung Instrumentelle Methoden I:</u> Erzeugung von Röntgenstrahlen; Spektroskopische Eigenschaften von Röntgenstrahlen; Wechselwirkung von Röntgenstrahlen mit Materie; Detektion von Röntgenstrahlen; Röntgenfluoreszenzanalyse Röntgenbeugung: Beugung von Röntgenstrahlen am eindimensionalen Gitter; Beugung am dreidimensionalen Gitter und Laue Gleichungen; Beugung an Netzebenen und Bragg'sche Gleichung; Beugung höherer Ordnung; Gitter und reziprokes Gitter; Ewald-Konstruktion; Quadratische Formen der Bragg'schen Gleichung; Atomformfaktoren; Strukturfaktor und Aufbau der Elementarzelle; Intensitäten von Röntgenreflexen; Einkristallmethoden; Auswahl von Kristallen unter der Polarisationsmikroskopie; Gang einer Röntgen-Einkristallstrukturanalyse; Röntgenbeugung am Pulver; Allgemeine Charakteristika von Röntgen-Pulverdiffraktogrammen; Qualitative Phasenanalyse; Kristallographische Datenbanken; Indizierung von Röntgen-Pulverdiffraktogrammen; und Gitterkonstantenbestimmung; Spezielle Aspekte der Röntgen-Pulverdiffraktometrie; Einfluß von Kristallitgröße und Scherrer-Gleichung Elektronenmikroskopie: Rasterelektronenmikroskop, Strahlengang, Elektronenquellen, Elektronenlinsen, Sekundärelektronen, Rückstreuerelektronen; Transmissionselektronenmikroskopie, Abbildung und Beugung, Hellfeld- und Dunkelfeld-Aufnahmen, Selected Area Electron Diffraction; Feldionenmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Atomkraftmikroskopie <u>Vorlesung Molekülsymmetrie/Kristallographie I:</u> Grundlagen der Gruppentheorie Molekülsymmetrie und Punktsymmetrieelemente; Punktgruppen; Konstitution, Konfiguration und Konformation von Molekülen; Chiralität, Prochiralität und Pseudochiralität; Konformationsanalyse Kristallographie: Der kristalline Zustand, Kristallstruktur, Gitterbegriff und translationsgekoppelte Symmetrieelemente, Bravais-Gitter, Kristallklassen, Raumgruppen, kristallographische Beschreibung von Kristallstrukturen, Grundbegriffe der Kristallmorphologie	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung (Instrumentelle Methoden I + Kristallographie/Molekülsymmetrie) 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Mathematik und Physik	

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">• 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
7	Weitere Angaben Keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Behrens, Schneider, Fohrer, Feldhoff, Gebauer

Anorganische Chemie I		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 Biochemie Fächerübergreifender B.Sc. Geowissenschaften (B.Sc.) als Nebenfach		
1	Qualifikationsziele Vermittlung grundlegender anorganisch chemischer Kenntnisse und deren Anwendung (für Studienanfänger). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • 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	Inhalte des Moduls Eigenschaften und Verwendung ihrer wichtigsten Verbindungen; industriell wichtige Stoffe finden besondere Berücksichtigung. Wichtige spezielle Themen (Strukturen von Metallen, Molekülorbital-Beschreibung zweiatomiger Moleküle, Einflüsse anorganischer Stoffe auf die Umwelt,) werden ebenfalls behandelt. Die Vorlesung folgt in ihrer Gliederung dem Aufbau des Periodensystems und behandelt nacheinander die Chemie des Wasserstoffs, der Elemente des s-Blocks (Alkalimetalle, Erdalkalimetalle) und des pBlocks (Triele, Tetrele, Pentele, Chalkogene, Halogene, Edelgase) sowie ausgewählte Elemente der Nebengruppen (I. und II. Nebengruppe, III. Nebengruppe gemeinsam mit Lanthanoiden und Actinoiden, IV. bis VIII. Nebengruppe).	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung (unbenotet) 	
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 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (https://www.pci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Behrens, Renz, Schneider	

Anorganische Chemie II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 52 h	Davon Selbststudium: 98 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie (14 LP durch zusätzliches Seminar und Praktikum)		
1	Qualifikationsziele Vermittlung erweiterter Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Anorganische Chemie 2 in Theorie und Praxis (für Studienanfänger aufbauend auf Anorganische Chemie 1). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Anorganische Chemie 2 wiederzugeben und zu erläutern. • anhand von ausgewählten Literaturstellen vorgegebene Themen fachlich richtig zusammenzufassen, einen Seminarvortrag zu erstellen und diesen zu präsentieren. • selbstständig präparative anorganisch-chemische Versuche zu planen, durchzuführen, zu protokollieren und wissenschaftlich korrekt zusammenzufassen (Theorie und Praxis). 	
2	Inhalte des Moduls Grundlegende Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Festkörperchemie: Strukturchemie der Metalle, Strukturchemie kovalent gebundener Festkörper, Strukturchemie ionisch gebundener Verbindungen, Strukturchemie intermetallischer Phasen. Strukturchemie der Silicate Grundlegende Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Koordinationschemie: Prinzip, Aufbau und Nomenklatur der Komplexe, Theorie der Komplexe (VB, KF, LF, MO), Struktur der Komplexe, Pearson's HSAB Konzept, Stabilisierungsenergie (KFSE, LFSE), Spektrochemische Reihe, Beispiele spezieller Donor/Akzeptor-Liganden; Carbonyle, Cyanide, Magnetochemie der Komplexe (Highspin, Low-spin, Spin Übergang), Einfache Mechanismen von Komplexreaktionen.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
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"> • mündliche 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 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit (Fakultät, Institut, Lehrinheit...), mit Verlinkung Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Renz, Schneider	

Technische Chemie I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vertiefungsstudium: Kompetenzfeld „Chemie“	Empfohlenes Fachsemester 4. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 34 h	Davon Selbststudium: 86 h
Weitere Verwendung des Moduls		
B.Sc. Chemie B.Sc. Life Science (modifiziert)		
1	Qualifikationsziele Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • grundlegendes Fachwissen der Technischen Chemie zu verstehen und einzusetzen, um einen (bio)technischen Reaktor für eine bestimmte Reaktion auszulegen. • anhand des Vorlesungsstoffes eigenständig Übungsaufgaben zu bearbeiten und das bestehende Fachwissen zu erweitern. • die Inhalte der Vorlesung mündlich und schriftlich zu beschreiben und zu erklären und auf Versuche im Praktikum zu übertragen. • nach Anleitung grundlegende experimentelle Methoden auf Fragestellungen der technischen Chemie anzuwenden und unter Beachtung geltender Sicherheitsvorschriften praktisch auszuführen. • experimentell erhobene Daten sauber zu protokollieren eigenständig auszuwerten. • Versuchsergebnisse wissenschaftlich angemessen in einem Praktikumsbericht darzustellen, zu bewerten und kritisch zu diskutieren. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenstellung der für die Technische Chemie wichtigen Grundlagen der chemischen Thermodynamik • Beschreibung von Nichtgleichgewichtssystemen anhand von Bilanz- und Materialgleichungen • Chemische Kinetik heterogen katalysierter Prozesse • Reaktorgrundtypen (Batch, CSTR, PFR) • Verweilzeitverhalten • Weiterführende Reaktormodelle (Kaskade) • Umsatzverhalten • Reale Reaktoren • Bioreaktoren 	
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 (unbenotet) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Fitzer, Fritz, Emig: „Technische Chemie“, Springer Lehrbuch • H. Land, D. Clark: “Biochemical Engineering”, Macel Dekker, Inc. ISBN 0-8247-0099-6 • H.-J. Rehm: „Industrielle Mikrobiologie“, Springer-Verlag, ISBN 3-540-09642-2 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit (Fakultät, Institut, Lehrinheit...), mit Verlinkung Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Technische Chemie (https://www.tci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Scheper	

Kompetenzfeld: Elektrotechnik und Informatik

Regelungstechnik I		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: 42 h
Davon Selbststudium: 78 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
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 • Dynamisches Verhalten von Regelkreisgliedern • Hurwitz-Kriterium • Vermaschte Regelkreise • Darstellung von Frequenzgängen in der Gaußschen Zahlenebene und im Bodediagramm • Nyquist-Kriterium • Phasen- und Amplitudenreserve, Kompensationsglieder • Wurzelortskurvenverfahren • Zeitdiskrete Regelung 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Elektrotechnik	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Hausübung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Föllinger, O.: Regelungstechnik, 8. Auflage, Hüthig Verlag, Heidelberg 1994 • Günther, M.: Kontinuierliche und zeitdiskrete Regelungen, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart 1997 • Leonhard, W.: Einführung in die Regelungstechnik, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart 1990 • Lunze, J.: Regelungstechnik, Band 1, 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1999 • Schmidt, G.: Grundlagen der Regelungstechnik, 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1989 • Thoma, M.: Theorie linearer Regelsysteme, Vieweg-Verlag, Braunschweig 1973 	
7	Weitere Angaben Es müssen neben der Klausur auch zwei Hausübungen eines Wintersemesters erfolgreich bearbeitet werden. Die Hausübungen sind dabei keine Zulassungsvoraussetzung für die Teilnahme an der Klausur Regelungstechnik I. Wahlweise können Studierende mit Vertiefung Elektrotechnik ebenso die gleichnamige Lehrveranstaltung von Prof. Dr.-Ing. Reithmeier bis zum Sommersemester 2021 besuchen.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Regelungstechnik, FG Regelungstechnik (https://www.irt.uni-hannover.de)	
9	Modulverantwortliche/r Müller	

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

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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
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 Osten	

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 Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Elektrotechnik und Informatik: Institut für Mikroelektronische Systeme (https://www.ims.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Peter Renz, M.Sc. Christoph Rindfleisch, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Wicht	

Sensorik und Nanosensoren		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: 90 h	Davon Selbststudium: 60 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Elektrotechnik B.Sc. Mechatronik		
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 (unter anderem in Form von Halbleitersensoren) und Messmethoden als auch Nanosensoren vorgestellt, die aufgrund ihrer Eigenschaften völlig neue Möglichkeiten in der Sensorik bieten.	
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 (1LP) 	
	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 Zimmermann	

Kompetenzfeld: Maschinenbau

Regelungstechnik I		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: 42 h	Davon Selbststudium: 78 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Definitionen und Grundlagen der Systemtechnik • Mathematische Beschreibung zeitkontinuierlicher Prozesse bzw. Regelstrecken • Übertragungsverhalten im Zeit- und Frequenzbereich • Antwort bei Anregung durch Testfunktionen (Impuls- und Sprungantwort, harmonische Anregung) • Beschreibung linearer Regelkreise im Frequenzbereich • Standardregelkreis • Führungs- und Störübertragungsfunktion • Stationäres Verhalten • Stabilität und Stabilitätsreserven • Wurzelortskurven • Nyquist-Verfahren • Aufbau und Entwurf linearer Regler und Regeleinrichtungen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Holger Lutz, Wolfgang Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik. Verlag Harri Deutsch • Jan Lunze: Regelungstechnik 1: 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 Reithmeier, Wurz	

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

Mikro- und Nanosysteme		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	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, Mikroaktorik und Mikroelektronik. Vermittelt werden Aufbau und Wirkprinzip der Mikrobauteile sowie Anforderungen der Systemintegration. Auf Nanometerskala treten neue Effekte auf, die in der Vorlesung vorgestellt werden und die die Studierenden erklären können. Exemplarisch wird der Einsatz von Nanotechnologie in verschiedenen Anwendungsbereichen dargestellt wie die Nutzung magnetoresistiver Sensoreffekte (z.B. GMR-Effekt) oder die Nanopositionierung im Bereich Aktorik.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsprinzipien der Mikro- und Nanosensorik und -aktorik • 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 oder mündliche 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 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: 42 h		Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls Maschinenbau B.Sc.		
1	Qualifikationsziele Im Rahmen der Vorlesungsveranstaltung werden die Grundlagen der Werkstoffkunde vermittelt. Auf Basis der gewonnenen Kenntnisse können die Studierenden aktuelle werkstofftechnische sowie anwendungsorientierte Fragestellungen beantworten. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, eine Unterteilung der technischen Werkstoffe vorzunehmen, den Strukturaufbau fester Stoffe darzustellen, aufgrund der Kenntnis von grundlegenden physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften unterschiedlicher metallischer Werkstoffe eine anwendungsbezogene Werkstoffauswahl zu treffen, Zustandsdiagramme verschiedener Stoffsystemen zu lesen und zu interpretieren, die Prozessroute der Stahlherstellung und ihre Einzelprozesse detailliert zu erläutern, den Einfluss ausgewählter Elemente auf die mechanischen sowie technologischen Materialeigenschaften bei der Legierungsbildung zu beschreiben, eine Wärmebehandlungsstrategie zur Einstellung gewünschter Materialeigenschaften von Stahlwerkstoffen zu gestalten, unterschiedliche mechanische sowie zerstörungsfreie Prüfverfahren zu erläutern und Prüfergebnisse zu interpretieren, Gießverfahren metallischer Legierungen sowie grundlegende Gestaltungsrichtlinien zu erläutern, Korrosionserscheinungen dem entsprechenden Mechanismus zuzuordnen und Lösungswege zur Vermeidung bzw. Minimierung von korrosivem Angriff zu erarbeiten.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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 Möhwald	

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 Ziel des Moduls Werkstoffkunde II ist es, ein Verständnis für die Herstellungsprozesse, Eigenschaften und Anwendungen von Nichteisenmetallen, Polymer- und Verbundwerkstoffen, sowie Keramiken und Hartmetallen zu erarbeiten. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Eigenschaften von Nichteisenmetallen und deren Legierungen wie Aluminium, Magnesium oder Titan einzuordnen und zu differenzieren sowie deren Herstellungsprozesse zu beschreiben, Polymerwerkstoffe und deren Herstellungsverfahren zu benennen und zu erläutern, die Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von keramischen Werkstoffen differenziert darzulegen, Hartmetalle und Cermets hinsichtlich Eigenschaften, Herstellung und Anwendungen einzuordnen und zu bewerten sowie Verbundwerkstoffe zu klassifizieren und deren Herstellung und Anwendung zu erläutern.	
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 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 	
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 Maier	

Kompetenzfeld: Physik

Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologen		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 B.Sc. Physik		
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 • reziprokes Gitter • Kristallbindung • Gitterschwingungen, thermische Eigenschaften, Quantisierung, Zustandsdichte • Fermigas • Energiebänder • Halbleiter, Metalle, Fermiflächen • Anregungen in Festkörpern • experimentelle Methoden: Röntgenbeugung, Rastersonden- und Elektronenmikroskopie, Leitfähigkeit, Magnetowiderstand, Halleffekt, Quantenhalbleffekt 	
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, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper	
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"> • Ashcroft and Mermin, Solid State Physics, Oldenbourg • C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg • K. Kopitzki, Einführung in die Festkörperphysik, Vieweg+Teubner • H. Ibach, H. Lüth, Festkörperphysik, Springer 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dozenten der Physik	

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 experimentelle und numerische Methoden der elektronischen Messtechnik kennen lernen, diese selber anwenden und Modellvorstellungen entwickeln zur Erklärung der experimentellen und numerischen Ergebnisse. Die hier erworbenen messtechnischen Fähigkeiten lassen sich zu einem erheblichen Teil auf nanoelektronische Bauelemente übertragen. Das Praktikum fördert auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.	
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 Block	

Quantentheorie für Nanotechnologen		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 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. Reinhard Werner	

Schlüsselkompetenzen

Einführung in den Gewerblichen Rechtsschutz		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 84 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 56 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Die Studierenden erwerben detaillierte Spezialkenntnisse im gewerblichen Rechtsschutz. Dieser umfasst die rechtliche Absicherung gewerblich verwertbarer, geistiger Leistungen im technischen und ästhetischen Bereich, sowie dem Schutz der geschäftlichen Kennzeichnungsrechte (gewerbliche Schutzrechte). Sie erkennen die Parallelen, sowie die Unterschiede der verschiedenen geistigen Eigentumsrechte und sind in der Lage, auch komplexe Sachverhalte zutreffend rechtlich zu bewerten.	
2	Inhalte des Moduls Grundbegriffe, Prinzipien, Schutzgegenstand, Schutzzumfang, Rechtsinhaberschaft, Lizenzvertragsrecht, Sanktionen, theoretische und ökonomische Grundlagen des deutschen Patent- und Markenrechts, Sortenschutzrecht, Halbleiterschutzrecht, Urheberrecht und des Rechts zur Bekämpfung des unlauteren Wettbewerbs, sowie Harmonisierungsstand der Schutzrechte im Europäischen Raum.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: rechtliche Vorkenntnisse sind erwünscht	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtdarstellungen und Fallsammlungen: • Ahrens/McGuire, Modellgesetz für Geistiges Eigentum, Normtext (2011) und Begründung (2012) • Eisenmann/Jautz, Grundriss Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht, 9. Aufl. (2012) • Götting, Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht, Prüfe dein Wissen, 2. Aufl. (2008) • Haberstumpf, Wettbewerbs- und Kartellrecht, Gewerblicher Rechtsschutz, 5. Aufl. (2012) • Engels, Patent-, Marken- und Urheberrecht: Leitfaden für Ausbildung und Praxis, 9. Aufl. (2014) • Ohly (mit Förster, Hofmann, Uhrich, Zech), Fälle zum Recht des Geistigen Eigentums (2010) • Pierson/Ahrens/Fischer, Recht des geistigen Eigentums, 3. Aufl. (2014) • Sosnitza, Fälle zum Gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht, 3. Aufl. (2012) 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Juristische Fakultät (https://www.jura.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Prof. Dr. iur. Christian Heinze, LL.M. (Cambridge)	

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

Einführung in das Recht für Ingenieure		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 5. 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"> • schriftliche Prüfung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
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 Dr. iur. Thorsten Ralph Egon Kurtz	

Technikrecht I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	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 In der Vorlesung „Technikrecht I“ 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.	
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 	
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 oder mündliche Prüfung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur Die Vorlesung begleitende Materialien werden zur Verfügung gestellt.	
7	Weitere Angaben Technikrecht I und II 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 Wintersemesters.	
8	Organisationseinheit Juristische Fakultät (https://www.jura.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r N.N.	

Technikrecht II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	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 In der Vorlesung „Technikrecht II“ 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 technikatrechtlichen 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.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • 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: Technikrecht I	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur Die Vorlesung begleitende Materialien werden zur Verfügung gestellt.	
7	Weitere Angaben Technikrecht I und II 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 Wintersemesters.	
8	Organisationseinheit Juristische Fakultät (https://www.jura.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r N.N.	

Betriebsführung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 5. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 58 h	Davon Selbststudium: 92 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Maschinenbau		
1	Qualifikationsziele Unter Betriebsführung wird das Management der Prozessabläufe in Produktionsunternehmen verstanden. Die Vorlesung Betriebsführung vermittelt den Studierenden aus Ingenieurssicht Grundlagen auf Basis der Prozesskette (Planung, Beschaffung, Produktion, Distribution). Die Inhalte werden in Vorträgen vermittelt, anhand typischer Beispiele und Übungen demonstriert und in praxisnahen Gastvorlesungen vertieft.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Betriebsführung • Grundlagen der Produkt-, Arbeits- und Produktionsstrukturplanung • Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung • Supply Chain Management • Beschaffung und 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"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
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 selbstständig zu bearbeiten 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, M. Sc. Marco Hübner, M. Sc. Tobias Hiller	

Wissenschaftliche Methodik und Soft Skills im Ingenieurs- und Forschungsbereich		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 2 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- und Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen	Empfohlenes Fachsemester 3. 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 Projektmanagement).	
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 • Grundlagen des Projektmanagements 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Seminar 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: Mitarbeit an mindestens einem Projekt Empfohlene Vorkenntnisse: keine	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Abgabe eines Abstracts • Kurzvortrag 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • keine 	
7	Weitere Angaben Diese Lehrveranstaltung ist als Seminar angelegt und fordert insbesondere die Mitarbeit und Interaktion der Studierenden, da die vermittelten Inhalte in praktischen Übungen vertieft werden sollen.	
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 5. 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 Behrens	

Bachelorarbeit		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang B.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 15 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Bachelorarbeit	Empfohlenes Fachsemester 6. Semester	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 360 h	Davon Präsenzzeit: 0 h	Davon Selbststudium: 360 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"> • Stichel-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

Pflicht-Kompetenzfeld: Methoden der Nanotechnologie

Physikalische Materialchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte Vorlesung: 7 LP Praktikum: 3 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Pflicht-Kompetenzfeld: „Methoden der Nanotechnologie“	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 210 h	Davon Präsenzzeit: 120 h	Davon Selbststudium: 90 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zur physikalischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die besonderen Eigenschaften von Festkörper-Systemen als komplexes Funktionsmaterial und als Nanomaterialien mit Konzepten des Realraums und des reziproken Raums zu beschreiben. • Unterschiede zu Volumenmaterialien zu erkennen, die auftreten, wenn die Abmessungen der Festkörper-Teilchen in den Bereich weniger Nanometer hinein absinken. • Anwendungspotenziale nanostrukturierter Festkörper und Anordnungen von Nanoteilchen in Bauteilen zu erkennen. • Funktionsprinzipien und die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Festkörpermaterialien zu beschreiben. • den funktionsorientierten Aufbau komplexer Materialien zu verstehen. • aktuelle Optimierungsmöglichkeiten für ausgewählte Materialsysteme zu erkennen. • die chemische Synthese von Materialien und die physikalisch-chemische Bestimmung der Eigenschaften zu kombinieren. • Messergebnisse kritisch zu beurteilen und korrekt darzustellen. 	
2	Inhalte des Moduls <i>Vorlesung 1/ Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Gitteraufbau von Festkörpern: Beschreibung periodischer Kristalle (starres Gitter), Bravaisgitter, Symmetrien, Quasikristalle, Beugungsmethoden (Elektronen, Röntgen, Neutronen), Beugungsbedingung (Laue, Bragg, Brillouin), Atom(form)faktor, Strukturfaktor, reziproker Raum, reziprokes Gitter, Brillouin-Zonen, Patterson-Funktion • Dynamik von Atomen in Festkörpern und Nanosystemen: harmonische Näherung der Atomdynamik, Debye-Waller-Faktor, Quantisierung der Gitterschwingungen, Quasiteilchen, Phononendispersion, phononische Bandstruktur, Einstein-Modell, Debye-Modell, Wärmekapazität, Entropiekapazität • Dynamik von Elektronen in Festkörpern und Nanosystemen: freies Elektronengas, quasifreies Elektronengas im periodischen Potential, Blochwellen, elektronische Bandstruktur, Bändermodell für kristalline und amorphe Festkörper, sp³-Hybridisierung, elektrische Leiter, Halbleiter, Isolatoren, p-n-Übergang • 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. 	

	<p>Vorlesung 2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale:</p> <p>Es wird beispielhaft eine Reihe von Materialien und Materialklassen behandelt, wobei die auftretenden Struktur-Eigenschafts-Beziehungen im Vordergrund stehen sollen. Es soll dabei immer die gedankliche Kette abgebildet werden vom Molekül zum Material zum Bauelement. Am Beispiel folgender Materialien soll dieser Systemgedanke exemplarisch verfolgt und dargestellt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Hartwerkstoffe“: Fragen der chemischen Stabilität und der Nanostruktur der Hartstoffe werden in Abhängigkeit von der Geometrie als Kompaktmaterial oder Dünnschicht behandelt. Besonderes Augenmerk gilt den speziellen mechanischen Eigenschaften von nanostrukturierten Werkstoffen. • „Metalle“: Ausgehend vom Modell der metallischen Bindung werden Eigenschaften wie elektrische und Wärmeleitung, Deformierbarkeit bei gleichzeitig hoher mechanischer Stabilität erklärt. • „Metallnanoteilchen“: nanoskopische Effekte wie Schmelzpunktniedrigung, Bandaufspaltung und das Auftreten von lokalisierten Oberflächenplasmonresonanzen werden am Fall von Metallnanoteilchen erläutert • „Magnetische Materialien“: Festkörper mit interessanten magnetischen Eigenschaften und ihre typischen Anwendungen sowie die Struktur-Eigenschaft-Korrelationen werden vorgestellt. Das Phänomen und die Ursachen der Supraleitung werden erläutert. Das Phänomen des Superparamagnetismus bei magnetischen Nanomaterialien wird erklärt und mögliche Anwendungen werden diskutiert • „Membranmaterialien“: Poröse und dichte Materialien und ihre Strukturierung zu Membranen für die Gastrennung. Im Rahmen der Lehreinheit „Molekulare Elektronik“ werden grundlegende Fragen der molekularen Materialien behandelt. Es werden ausgewählte Synthesen vorgestellt und Wege der Selbstorganisation von Molekülen zu „molekularen Drähten“ und „Schaltern“ aufgezeigt. Weiterhin werden Aspekte der Kontaktierung und Vermessung diskutiert. • „Sensorik“: Es werden moderne Systeme zur Gassensorik erläutert. Dabei spielen die elektrochemischen Grundlagen der Nachweise bzw. der Ionenleitung und die Darstellung der notwendigen komplexen modularen Aufbauten entscheidende Rollen. • „Brennstoffzellen“: Die Aufbau- und Wirkprinzipien der aktuell angewendeten Brennstoffzellensysteme werden erläutert – dabei wird ein Hauptaugenmerk auf das funktionelle Ineinandergreifen der verschiedenen Komponenten gelegt. • „Batterien“: Es werden moderne Batteriesysteme mit Schwerpunkt auf Li+-Ionen-Speicher vorgestellt, dabei liegt der Schwerpunkt auf den Struktur-Eigenschaft-Beziehungen. • „Halbleiterbauelemente“: Der Aufbau und die Wirkungsweise von Dioden und Feldeffekttransistoren werden erklärt, im Mittelpunkt steht dabei die Elektrochemie von Halbleiter-Metall und Halbleiter-Halbleiter-Kontakten. • „Photonische Materialien“: Es werden die Prinzipien moderner optisch aktiver Werkstoffe für die Entwicklung von Mikro-Lasern, die optische Datenspeicherung und die optische Leiterbahntechnik vorgestellt. • Darüber hinaus werden die besonderen optischen Quantengrößeneffekte in niedrigdimensionalen Systemen, insbesondere von Quantendrähten und Quantenpunkten diskutiert.
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 1/ Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen • Vorlesung 2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale • wahlweise Experimentelles Seminar Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale (3 LP)
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in Physikalischer Chemie</p>

5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wahlweise Experimentelles Seminar Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale (3 LP) <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung
6	<p>Literatur</p> <p>Vorlesung 1/ Übung Physikalische Chemie von Festkörpern und Nanosystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 der Veranstaltung vorgestellt. <p>Vorlesung 2 Funktionsprinzipien ausgewählter Festkörpermateriale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W. Göpel, C. Ziegler, Einführung in die Materialwissenschaften: Physikalisch-Chemische Grundlagen und Anwendungen, Teubner, 1996 • C.N.R. Rao, A. Müller, A.K. Cheetham, The Chemistry of Nanomaterials, Wiley-VCH, 2004 • R. Memming, D. Vanmaekelbergh, Semiconductor Electrochemistry, Wiley-VCH, 2001 • M.N. Rudden, J. Wilson, Elementare Festkörperphysik und Halbleiterelektronik, Spektrum Verlag, 1995 • J. Jahns, Photonik, Oldenbourg Verlag, 2001 <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 (https://www.pci.uni-hannover.de/)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Bigall, Feldhoff, Caro, Dorfs, Lauth, Klüppel</p>

Quantenstrukturbauelemente		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Pflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Pflicht-Kompetenzfeld: 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 • Einzelelektronentunneltransistor • 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 Haug	

Wahlkompetenzfelder

Wahlkompetenzfeld: Chemie

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

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

Physikalische Chemie III		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 90 h		
Davon Präsenzzeit: 28 h		Davon Selbststudium: 62 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Vertiefung der Kenntnisse in der Physikalischen Chemie durch Vernetzung der fachlichen Inhalte der Module Physikalische Chemie 1 und 2 und Ergänzung des Themenbereichs Kinetik. Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen der chemischen Kinetik wiederzugeben und zu erläutern und diese auf chemische Probleme, insbesondere auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen anzuwenden. • den Ablauf chemischer Prozesse formalkinetisch durch Potenzansätze zu beschreiben. • auf der Basis des molekularen Reaktionsablaufs die Geschwindigkeit von Elementarreaktionen vorauszusagen. • den Verlauf chemischer Reaktionen in unterschiedlichen Reaktortypen zu verstehen. 	
2	Inhalte des Moduls Fachliche Inhalte des Moduls sind: <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionen Nullter, erster und zweiter Ordnung. Reaktionen mit vorgelagertem Gleichgewicht, Folge- und Parallelreaktionen • Theorie der Reaktionskinetik, Elementarreaktionen • Kettenreaktionen mit und ohne Verzweigung • Stoßtheorie, Eyringkonzept • Kinetik an Festkörperoberflächen • Elektrodenkinetik • limitierte Kinetik: Elektronen, Photonen, Phononen • Diffusionslimitierung in Gas- und Flüssigphase Überfachliche Inhalte des Moduls sind: Die chemische Reaktionskinetik ist in vielfacher Weise überfachlich vernetzt: <ul style="list-style-type: none"> • der mögliche Ablauf chemischer Reaktionen basiert auf der klassischen Thermodynamik, die Kinetik beschreibt den Ablauf der chemischen Reaktion, sofern möglich • die Kinetik chemischer Reaktionen wird durch Rahmenbedingungen der Reaktionstechnik (Rührkessel, Reaktionsrohr, Wirbelschicht, Kaskade etc.) bestimmt • in situ-Methoden der analytischen Diagnostik ermöglichen Einsichten in die ablaufenden Elementarreaktionen, die ihrerseits die Kinetik bestimmen • die kinetische Beschreibung von Selektivitäten der Haupt- und Nebenreaktionen auf der Basis reaktionskinetischer Konstanten bestimmt die Umweltfreundlichkeit eines Prozesses • moderne Operando-Methoden ermöglichen die Aufstellung reaktionskinetischer Modelle 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende 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 Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 4. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 1997 • P.W. Atkins, Physikalische Chemie, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2002 • Basiswissen Physikalische Chemie. 2. Auflage, Teubner 2010. 	

7	Weitere Angaben Keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (https://www.pci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Bigall

Wahlkompetenzfeld: Chemie der Nanowerkstoffe

Anorganische Materialchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte Vorlesung: 6 LP Praktikum: 4 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vorlesung: Wahl-Kompetenzfeld: Chemie der Nanowerkstoffe Praktikum: Wahlbereich Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: Vorlesung: 150 h Praktikum: 90 h		Davon Präsenzzeit: Vorlesung: 120 h Praktikum: 90 h Davon Selbststudium: Vorlesung: 30 h Praktikum: 0 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie (10 LP)		
1	Qualifikationsziele Vermittlung vertiefter Kenntnisse zur anorganischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen von wichtigen anorganischen Materialien zu erläutern. • verschiedene Syntheseverfahren für die Herstellung von anorganischen Festkörpern und für die Präparation anorganischer Materialien im Hinblick auf ein gewünschtes Eigenschaftsprofil zu beurteilen und deren Vor- und Nachteile abzuwägen, unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie. • anspruchsvolle Synthesen anorganischer Materialien im Labor praktisch durchführen und zu erläutern, wie die Variation verschiedener Reaktionsparameter den Ausgang einer Reaktion beeinflusst, insbesondere hinsichtlich der Morphologie (Nanoteilchen, Pulver, Einkristall) des Reaktionsprodukts. Sie sind in der Lage, die Produkte mit geeigneten Methoden analytisch zu untersuchen. 	
2	Inhalte des Moduls <i>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</i> <i>Vorlesung Anorganische Materialchemie</i> Nanoskopische Effekte werden erläutert. Defektstrukturen verschiedener anorganischer Materialien und ihr Einfluss auf deren Chemie werden erläutert. Mechanische Eigenschaften werden besprochen. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wichtiger Arten anorganischer Festkörper (Metalle, kovalente Verbindungen, Halbleiter, ionische Verbindungen, intermetallische Verbindungen, Silicate) werden behandelt, jeweils auch unter Berücksichtigung ihrer nanoskaligen Analoga. Dabei werden insbesondere mechanische Eigenschaften, dielektrische und magnetische Eigenschaften sowie die Supraleitfähigkeit besprochen. Klassische Synthesemethoden für Festkörper und Materialien werden vorgestellt: fest-fest-Reaktionen, flüssig-fest-Reaktionen (Einkristallzuchtverfahren, Kristallisation, Präzipitation, Synthese von Nanopartikeln, Glasbildung und Glaskristallisation) und gas-fest-Reaktionen (Transportreaktionen, Aerosol-Verfahren, Gasphasenabscheidung). Spezielle Synthesemethoden für Festkörper und Materialien werden ebenfalls behandelt: Sol-Gel-Verfahren, strukturdirektierende und Templatsynthesen für mikroporöse und nanoporöse Materialien sowie topotaktische Reaktionen (Ionenaustausch, Intercalation, Insertion) und Verfahren zur Präparation von Hybridmaterialien und Nanokompositen. <i>Seminar Anorganische Materialchemie:</i> Im Seminar werden in Vorträgen von Dozenten und Studierenden die Eigenschaften spezieller Materialklassen und Materialanwendungen, spezielle Präparationsverfahren sowie spezielle analytische Verfahren vorgestellt.	

	<p><i>Experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation</i></p> <p>Die Versuche behandeln verschiedene Substanzklassen. Im Allgemeinen werden Reihenversuche unter Variation einer oder mehrerer Reaktionsparameter durchgeführt, um so den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsführungen auf die Produkteigenschaften in systematischer Weise aufzuklären. Folgende Syntheseverfahren dienen als Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionen im festen Zustand, z.B. zur Bildung von Mischoxiden, werden unter Variation des Versuchsvorgehens (Mörsern und Mischen, Ko-Fällung von Precursoren) und der Reaktionstemperatur durchgeführt. Die Produkte werden mit der Röntgen-Pulverbeugung untersucht. • Hydrothermalsynthesen von mikroporösen Substanzen werden unter Variation des Versuchsvorgehens (Art und Konzentrationen der Edukte, unterschiedliche Mineralisatorsysteme, unterschiedliche Synthesysteme) durchgeführt. Die Produkte werden mit der Rasterelektronenmikroskopie und der Röntgen-Pulverbeugung untersucht. • Mesostrukturierte Materialien werden unter hydrothermalen Bedingungen hergestellt. Verschiedene Parameter (Art und Konzentrationen der Edukte) werden variiert und ihr Einfluss auf die Produktbildung mit Hilfe der Röntgen-Pulverbeugung und von Sorptionsmessungen untersucht. • Das Dip-coating ist ein wichtiges Verfahren zur Herstellung dünner Filme. Anhand einfacher Modellsysteme werden die Einflüsse unterschiedlicher charakteristischer Parameter (Zusammensetzung der Eduktlösung, Ziehgeschwindigkeit, Nachbehandlung) überprüft. • Topotaktische Reaktionen wie die Herstellung von Graphitoxid, Graphenoxid u.a. werden durchgeführt. <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <p>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken: Die Studierenden lernen, sich schnell in vorher unbekannte Themenbereiche einzuarbeiten und sich Informationen zu einem begrenzten Themengebiet selbständig anzueignen und dieses strukturiert aufzubereiten. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</p>
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Seminar • wahlweise Praktikum (Festkörpersynthese und Materialpräparation)
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: Die bestandene Prüfung „Anorganische Chemie II“ wird vorausgesetzt. Empfohlene Vorkenntnisse: fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer Chemie</p>
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme am Seminar • Seminarvortrag • wahlweise Praktikum (3 LP, Festkörpersynthese und Materialpräparation) <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart & Moore: Einführung in die Festkörperchemie • U. Müller: Anorganische Strukturchemie • A.R. West: Grundlagen der Festkörperchemie • U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley VCH, 2004 • Praktikumsskript Festkörpersynthese und Materialpräparation <p>Weitere empfehlenswerte Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.</p>
7	<p>Weitere Angaben</p> <p>Keine</p>
8	<p>Organisationseinheit</p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Behrens</p>

Katalyse und Reaktionsmechanismen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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	<p>Qualifikationsziele</p> <p>Vermittlung grundlegender theoretischer Kenntnisse zur Katalyse und Reaktionsmechanismen (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen:</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Methoden zur Optimierung von Katalysatoren und katalytischen Prozessen anhand geeigneter Kriterien zu beurteilen. • spezielle Katalysatoren im Hinblick auf Effektivität, Selektivität, aber auch auf ökologischer Hinsicht miteinander zu vergleichen und zu beurteilen. • Reaktionsmechanismen zu verstehen, wie die in der Photochemie, Umlagerungsreaktionen oder moderne metallorganische Reaktionen. • aus Reaktionsmechanismen Konzepte für die Steuerung von Selektivitäten in Synthesen abzuleiten. • Mechanismen und Kinetik wichtiger Reaktionen (wie Reaktionen 0., 1. und 2. Ordnung, Reaktionen mit vorgelagertem Gleichgewichts, Folge- und Parallelreaktionen) zu beschreiben. • katalytische Verfahren detailliert in Hinblick auf die Ausbeute, Selektivität, Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz auszuwerten. • technische Verfahren zu analysieren, um Zusammenhänge zwischen Reaktionsmechanismus, Kinetik und Reaktor herzustellen. • 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind (Vorlesung/ Übung Katalyse und Reaktionsmechanismen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feststoffkatalyse: heterogene Katalyse incl. heterogenisierte molekulare Katalysatoren; Photokatalyse, abbauend und aufbauend • molekulare Katalyse: homogene Katalyse, Biokatalyse • Grundlegende Begriffe wie Umsatz, Selektivität und Ausbeute sowie TON • Anwendung von komplexen Geschwindigkeitsgesetzen für Reaktionen 0., 1. und 2. Ordnung, Parallel- und Folgereaktionen sowie für vorgelagerte Gleichgewichte auf katalysierte Reaktionen • Gruppen von katalysierten Reaktionen wie Oxidation, Hydrierung oder Isomerisierung und die entsprechenden Katalysatoren • moderne Anwendungen der homogenen Katalyse basierend auf Übergangsmetallen wie Gold und Ruthenium • Reaktionsmechanismen die in den Grundvorlesungen nicht behandelt werden: Photochemie, Umlagerungsreaktionen oder moderne metallorganische Reaktionen • Ableitung von Konzepten zur Steuerung von Selektivitäten in Synthesen auf der Basis von Reaktionsmechanismen • besondere mechanistische Aspekte der homogenen und heterogenen Katalyse • moderne Entwicklungsrichtungen der Katalyse wie: kombinatorische Katalysatorforschung, molekulares Design enzymatischer anorganischer Katalysatoren, in situ-Techniken zur Diagnostik arbeitender Katalysatoren (Operando), Membran-unterstützte Katalyse, Brennstoffzelle als katalytischer Membranreaktor, Heterogenisierung homogener Katalysatoren, Miniaturisierung katalytischer Systeme durch Baugruppen der Mikroreaktionstechnik, Atomeffizienz, Life cycle assessment von Katalysatoren • umweltrelevante Katalyseverfahren wie: Autoabgasreinigung (Dreiwege, Diesel), Technische Abgaskatalyse (SCR u.a.), Katalytische Reinigung von Fluiden (Gase und flüssige Systeme), Photooxidation von Schadstoffen • hohe Selektivität und Spezifik der Enzymkatalyse und Biotransformation anhand von exemplarischen Beispielen, Heterogenisierung enzymatischer Systeme 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheit in der Katalyse (Explosionsschutz, Freisetzen von Nebenprodukten, Umgang mit Nanoteilchen, Entsorgungsprobleme, Regenerierung und Verwertung genutzter Katalysatoren) • besondere Verdienste des NPT Ertl, der von 1968 bis 1972 an der Universität Hannover lehrte und forschte, um die katalytische CO-Oxidation und die Aufklärung des Mechanismus der NH₃-Synthese
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"> • Chorkendorff, J.W. Niemwntsvordriet, Concepts of modern catalysis and kinetics, Wiley-VCH, 2003. • J.M. Thomas, W.J. Thomas, Principles and practice of heterogeneous catalysis, Wiley VCH, 2015. • M. Beller, A. Renken, R.A. van Santen, Catalysis, From principles to applications, Wiley VCH
7	Weitere Angaben Keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Caro, Renz, Behrens, Kalesse, Scheper, Bahnemann

Wahlkompetenzfeld: Lasertechnik/Photonik

Lasermaterialbearbeitung		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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"> • mündliche 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 Overmeyer	

Photonik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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"> • Wellen in Materie • dielektrische Wellenleiter (planar, Glasfaser), integrierte Wellenleiter • photonische Kristalle • Wellenleiter-Moden • nichtlineare Faseroptik • faseroptische Komponenten (Zirkulatoren, AWG, Fiber-Bragg-Gratings, Modulatoren) • Faserlaser • Laserdioden, Photodetektoren • optische Nachrichtentechnik (RZ, NRZ, WDM/ TDM) • Netzwerke 	
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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Reider, Photonik, Springer • Menzel, Photonik, Springer • Agrawal, Nonlinear Fiber optics, Academic 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. Boris Chichkov, Dr. Carsten Reinhardt	

Kohärente Optik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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...) • Beugungstheorie, Fourieroptik • Resonatoren, Moden • Licht-Materie-Wechselwirkung (klassisch / halbklassisch, Bloch-Modell) • Ratengleichungen, Laserdynamik • Lasertypen, Laserkomponenten, Laseranwendungen • Modengekoppelte Laser • Einmodenlaser • Laserrauschen/-stabilisierung • Laserinterferometrie • Modulationsfelder und Homodyndetektion 	
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 Schmidt, Spethmann	

Wahlkompetenzfeld: Materialphysik

Grundlagen der Epitaxie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: Materialphysik	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. Elektrotechnik		
1	Qualifikationsziele Die Epitaxie ist eine wissenschaftliche Methode zur Untersuchung der Mechanismen des Wachstums (der Herstellung) von einkristallinen Schichten und Schichtsystemen. Gleichzeitig stellt die Epitaxie eine wichtige Technologie der heutigen Mikroelektronik dar. Interessant für zukünftige Anwendungen der Epitaxie ist insbesondere die Möglichkeit der kontrollierten Erzeugung von kristallinen Materialien und Materialsystemen auf Größenskalen von wenigen Nanometern. Die Studierenden erwerben somit fundiertes Wissen über die theoretischen und experimentellen Grundlagen zukunftssträchtiger Methoden der Nanotechnologie. Sie kennen verschieden experimentelle Ansätze und können diese aufgrund ihrer Stärken und Schwächen einordnen.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Kristallographie • Oberflächen • Analysemethoden • Verfahren der Epitaxie • Mechanismen des Schichtwachstums • Methoden der Epitaxie • Dotierungen und Defekte • Epitaxie niedrig-dimensionaler Strukturen • Experimentelle Untersuchungen der Epitaxieprozesse 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Halbleitertechnologie	
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 „Epitaxie“, Fissel, A • Schneider, H.S.; Ickert, L.: Halbleiterepitaxie, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1984 • Kleber, W.: Einführung in die Kristallographie, Verlag Technik, Berlin 	
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 Fissel	

Molekulare Elektronik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: Materialphysik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 60 h	Davon Präsenzzeit: 28 h	Davon Selbststudium: 32 h
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
1	Qualifikationsziele Die Studierenden sollen überblicksmäßig für die molekulare Elektronik relevante physikalische und chemische Vorgänge kennenlernen. Diese umfassen die experimentellen Befunde ebenso wie die theoretischen Modellvorstellungen. Insbesondere sollen wesentliche und sehr grundlegende physikalische Eigenschaften der Physik von null bis drei Dimensionen und deren dimensionsabhängige Unterschiede klargelegt werden. Die Studierenden sollten am Ende der Veranstaltung in der Lage sein, eigenständig zu ausgewählten Themen der Molekularen Elektronik zu recherchieren und Spezialthemen aus diesem Gebiet zu vertiefen.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Molekülen und elektronische Struktur • Molekulare Kristalle • organische Filme, Dotierung, elektronischer Transport • Moleküle auf Oberflächen • Kontaktierung von Molekülen 	
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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • J. Tour, Molecular electronics, World scientific 2002 • Organische Festkörper, Schwoerer, Wolf, Wiley 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Pfnür	

Oberflächenphysik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: Materialphysik	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		
1	Qualifikationsziele Die Studierenden erwerben erweiterte Kenntnisse auf dem interdisziplinären Gebiet der Oberflächen- und Grenzflächenphysik. Sie lernen die experimentellen Methoden und deren physikalische Grundlagen ebenso kennen wie wesentliche Modellvorstellungen aus dem Bereich der Nanowissenschaften.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Struktur von Festkörperoberflächen und zugehörige Messmethoden • elektronische Eigenschaften von Grenzflächen und zugehörige Messmethoden • Bindung von Atomen und Molekülen and Grenzflächen • einfache Reaktionskinetik • Strukturierung und Selbstorganisation • Defekte und deren physikalische Auswirkungen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Einführung in die Festkörperphysik (notwendig), 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"> • Zangwill, Physics at Surfaces, Cambridge University Press • M. Henzler, M. Göpel, Oberflächenphysik des Festkörpers, Teubner • F. Bechstedt, Principles of surface physics, Springer • Ph. Hofmann, Surface physics, An Introduction (nur e-book: http://www.philiphofmann.net/Philip_Hofmann/SurfacePhysics.html) 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Pfnür	

Wahlkompetenzfeld: Mikro- und Nanoelektronik

Halbleitertechnologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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"> • mündliche Prüfung 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript (online) • B. Hoppe: Mikroelektronik, Teil 2 (Herstellungsprozesse für integrierte Schaltungen), Vogel-Fachbuchverlag, 1998, ISBN 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 Osten	

Technologie integrierter Bauelemente		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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 Prozessgeneration enthält bereits mehr als eine Milliarde aktive Bauelemente. Diese Vorlesung behandelt spezielle und komplexe Probleme bei der Herstellung von integrierten Bauelementen auf Basis von Silizium. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, einfache Prozessabläufe zur Herstellung von nanoelektronischen Systemen selbst entwerfen zu können sowie komplexe Abläufe zu verstehen.	
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"> • 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 Osten	

Bipolarbauelemente		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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 Shottky-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"> • 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 Wietler	

Wahlkompetenzfeld: Mikroproduktionstechnik

Nanoproduktionstechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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 oder mündliche 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 Wurz	

Produktion optoelektronischer Systeme		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch oder Englisch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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		
1	Qualifikationsziele Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über Prozesse und Anlagen, die bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen und Mikrosystemen eingesetzt werden. Der Fokus liegt auf dem "back-end process", also der Fertigung ab dem Vereinzeln von Wafern. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Begriffe optoelektronische Systeme, Waferherstellung, Front-End fachlich korrekt einzuordnen und die Fertigungsprozesse von Halbleiterbauelementen überblicksartig wiederzugeben. • ausgehend vom Rohstoff Sand die Fertigungsschritte inhaltlich zu erläutern sowie prozessrelevante Parameter abzuschätzen. • verschiedene Aufbau- und Verbindungstechniken grafisch zu veranschaulichen und physikalische Grundlagen der Verbindungstechnik zu erläutern. • unterschiedliche Gehäuseformen anwendungsbezogen auszuwählen und zu klassifizieren. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Waferfertigung und Strukturierung • mechanische Waferbearbeitung • mechanische Chipverbindungstechniken (Bonden, Mikrokleben, Lötten) • elektrische Kontaktierverfahren (Wire-, Flip-Chip-Bonding, TAB) • Gehäusebauformen der Halbleitertechnik • Testen und Markieren von Bauelementen • Aufbau und Herstellung von Schaltungsträgern • Leiterplattenbestückungs- und Löttechniken 	
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"> • Vorlesungsskript Weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben.	
7	Weitere Angaben Vorlesung, Übung und Prüfung werden in deutscher und englischer Sprache angeboten.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (https://www.ita.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Overmeyer	

Aufbau- und Verbindungstechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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 Wurz	

Wahlkompetenzfeld: Biomedizintechnik

Mikro- und Nanotechnik in der Biomedizin		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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 Wurz	

Sensoren in der Medizintechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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, z.B. zur Blutzuckermessung, sowie analytische Messmethoden, wie sie u.a. in der Atemgasdiagnostik zum Einsatz kommen.	
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, intelligente Implantate.	
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"> • Hausübung (1LP) 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung 	
6	Literatur Eine entsprechende Literaturliste wird zu Beginn der Vorlesung zur Verfügung gestellt.	
7	Weitere Angaben Ggf. wird eine 1-tägige Exkursion zur Dräger Medical GmbH, 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 Zimmermann	

Biomedizinische Technik für Ingenieure I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahl-Kompetenzfeld: 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 Glasmacher	

WahlkurseWahlbereich: Physik

Einführung in die Festkörperphysik für Nanotechnologen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte Vorlesung: 5 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 B.Sc. Physik		
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 • reziprokes Gitter • Kristallbindung • Gitterschwingungen, thermische Eigenschaften, Quantisierung, Zustandsdichte • Fermigas • Energiebänder • Halbleiter, Metalle, Fermiflächen • Anregungen in Festkörpern • experimentelle 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"> • Ashcroft and Mermin, Solid State Physics, Oldenbourg • C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg • K. Kopitzki, Einführung in die Festkörperphysik, Vieweg+Teubner • H. Ibach, H. Lüth, Festkörperphysik, Springer 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dozenten der Physik	

Physik der Solarzelle		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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"> • keine 	
	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 Brendel	

Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 75 h Davon Präsenzzeit: 45 h Davon Selbststudium: 35 h		
Weitere Verwendung des Moduls B.Sc. Physik B.Sc. Technische Physik M.Sc. Physik M.Sc. Technische Physik		
1	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. Am Ende der Veranstaltung findet eine Exkursion in die Forschungslabore des LZH und der Firma Rowiak statt.	
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“ • Seminar • Exkursion 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Modul „Kohärente Optik“	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Blockseminar • Teilnahme an Exkursion 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung 	
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 Heisterkamp, Lubatschowski	

Seminar zu Photonik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Reider, Photonik, Springer • Menzel, Photonik, Springer • Agrawal, Nonlinear Fiber optics, Academic 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. Boris Chichkov	

Nichtlineare Optik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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.iqo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Morgner	

Atom- und Molekülphysik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5+3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Wahlbereich 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 Dozenten der Physik	

Physics of Life		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 2 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch/Englisch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Seminarvortrag 	
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. Chichkov	

Proseminar Biophotonik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Diagnose 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 Anwendungen sowie faseroptischen oder integrierten Laserverfahren für Screeninganwendungen 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: Institut für Quantenoptik (https://www.igo.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Merve Wollweber / Dr. Maik Rahlves / Prof. Dr. Bernhard Roth / Prof. Dr. Uwe Morgner	

Fortgeschrittene Festkörperphysik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Ding	

Einführung in die elektronische Messdatenerfassung und -verarbeitung mit LabView		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 100 h	Davon Präsenzzeit: 60 h	Davon Selbststudium: 40 h
Weitere Verwendung des Moduls		
1	Qualifikationsziele Die Studierenden erlernen experimentelle Methoden der computergestützten elektronischen Messdatenerfassung sowie die Weiterverarbeitung dieser Daten mit der grafischen Programmierumgebung LabView, die vielfach in Forschung und Industrie eingesetzt wird. Sie kennen die physikalischen Funktionsprinzipien der verwendeten Sensoren und sind in der Lage, damit messtechnische Aufgabenstellungen selbständig zu lösen, die Daten mit dem Computer weiterzuverarbeiten und die Unsicherheit der Ergebnisse zu analysieren.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Programmierung in LabView • Grundlagen der elektronischen Messdatenerfassung mit LabView • Physikalische Grundlagen der Funktionsweise ausgewählter Sensoren • Grundlagen der systematischen Betrachtung von Messunsicherheiten • Begleitende Versuche zu den Vorlesungsinhalten 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Vorlesungen Mechanik und Relativität sowie Elektrizität	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme • Hausübung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • mündliche oder schriftliche Prüfung (nach Wahl des Dozenten) 	
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • W. Georgi, P. Hohl, Einführung in LabView, Hanser-Verlag • W. Demtröder, Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme, Springer Verlag • W. Demtröder, Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik, Springer Verlag • E. Hering, K. Bressler, J. Gutekunst, Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag 	
7	Weitere Angaben Teilnehmerzahlbegrenzung: 20 TeilnehmerInnen, Anmeldung über Stud.IP	
8	Organisationseinheit Fakultät für Mathematik und Physik: Institut für Festkörperphysik (https://www.fkp.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Dr. Carsten Schinke	

Introduction to Nanophysics		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 10 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Englisch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 vielen 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 Ding, Zhang	

Seminar Chemie und Physik der Nanostrukturen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache
Kompetenzbereich Wahlbereich Physik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt:	Davon Präsenzzeit:	Davon Selbststudium:
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Physik		
1	Qualifikationsziele weitere Angaben folgen	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> weitere Angaben folgen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> weitere Angaben folgen 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen weitere Angaben folgen	
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten weitere Angaben folgen	
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> Seminarvortrag 	
	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	

Wahlbereich: Maschinenbau

Biokompatible Werkstoffe		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Implantate und 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 und deren herstelltechnischen bzw. verwendungsspezifischen Besonderheiten, wobei sowohl resorbierbare als auch permanente Implantatanwendungen beurteilen. 	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung • der Einfluss metallischer Implantate auf das Gewebe • Korrosion und Verschleiß • Titan • Endoprothesen-Implantation und Schadensfälle • Magnesium • Polymere • keramische Werkstoffe • rostfreier Stahl, Eisen, CoCrMo • Beschichtungen 	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Hörsaalübung 	
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"> • Klausur 	
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 Klose	

Optische Analytik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 • Spektroskopische Verfahren (Glimmentladungsspektroskopie, ICP induktiv gekoppeltes Plasma, etc.) und andere Verfahren (Phasen-Doppler-Anemometer, Thermografie, etc.) • 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 I (für Maschinenbauer)		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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"> • schriftliche 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 Kabelac	

Biomedizinische Technik für Ingenieure II		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Maschinenbau	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 150 h	Davon Präsenzzeit: 42 h	Davon Selbststudium: 108 h
Weitere Verwendung des Moduls Nanotechnologie B.Sc.		
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 Glasmacher	

Optische Messtechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 oder mündliche 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 Prüfung je nach Teilnehmerzahl: Einzelprüfung mündlich 20 Min. oder schriftlich 90 Min.	
8	Organisationseinheit Fakultät für Maschinenbau: Institut für Mess- und Regelungstechnik (https://www.imr.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Reithmeier, Rahlves	

Qualitätsmanagement		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Das Modul vermittelt Grundlagen- und -gedanken des modernen Qualitätsmanagements sowie die Anwendung von Qualitätswerkzeugen und -methoden für alle Phasen des Produktmanagements. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die unterschiedlichen Definitionen Philosophien von Qualitätsmanagement zu erläutern und voneinander abzugrenzen. • die Werkzeuge und Methoden des Qualitätsmanagements situativ und zielgerichtet anzuwenden. • Herausforderungen zu antizipieren, die aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher Fachbereiche bei der Anwendung komplexer Qualitätswerkzeuge und -methoden resultieren. • grundlegende Konzepte für Qualitätsmanagementsysteme auszuarbeiten und auf Basis der zugrundeliegenden Normen zu bewerten. • die Auswirkungen unzureichender Qualität in Produktionsbetrieben einzuschätzen. Dabei sind sie in der Lage den Einfluss von Aspekten wie Zeit, Kosten und Recht einzuordnen.	
2	Inhalte des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • Geschichte des Qualitätsmanagements • statistische Grundlagen für das Qualitätsmanagement • Werkzeuge (Q7, K7, M7) und Methoden (u.a. QFD, FMEA, SPC, DoE) des Qualitätsmanagements • QM-Systeme nach DIN EN ISO 9000ff • Total Quality Management (TQM) • Qualität und Recht 	
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"> • Vorlesungsskript 	
7	Weitere Angaben Blockveranstaltung	
8	Organisationseinheit Schlüsselkompetenzen (https://www.sk.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Denkena	

Implantologie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Glasmacher	

Laser in der Biomedizintechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Krüger	

Biophotonik – Bildgebung und Manipulation von biologischen Zellen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Heisterkamp	

Entwicklungsmethodik-Produktentwicklung I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Lachmayer	

Oberflächentechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Möhwald	

Wahlbereich: Chemie

Anorganische Materialchemie		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte Vorlesung: 5 LP Praktikum: 3 LP	Häufigkeit des Angebots Winter- oder Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Vorlesung: Wahl-Kompetenzfeld: Chemie der Nanowerkstoffe Praktikum: Wahlbereich Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: Vorlesung: 150 h Praktikum: 90 h	Davon Präsenzzeit: Vorlesung: 120 h Praktikum: 90 h	Davon Selbststudium: Vorlesung: 30 h Praktikum: 0 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie (10 LP)		
1	Qualifikationsziele Vermittlung vertiefter Kenntnisse zur anorganischen Materialchemie in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Beziehungen von wichtigen anorganischen Materialien zu erläutern. • verschiedene Syntheseverfahren für die Herstellung von anorganischen Festkörpern und für die Präparation anorganischer Materialien im Hinblick auf ein gewünschtes Eigenschaftsprofil zu beurteilen und deren Vor- und Nachteile abzuwägen, unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie. • anspruchsvolle Synthesen anorganischer Materialien im Labor praktisch durchführen und zu erläutern, wie die Variation verschiedener Reaktionsparameter den Ausgang einer Reaktion beeinflusst, insbesondere hinsichtlich der Morphologie (Nanoteilchen, Pulver, Einkristall) des Reaktionsprodukts. Sie sind in der Lage, die Produkte mit geeigneten Methoden analytisch zu untersuchen. 	
2	Inhalte des Moduls <i>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</i> Vorlesung Anorganische Materialchemie Nanoskopische Effekte werden erläutert. Defektstrukturen verschiedener anorganischer Materialien und ihr Einfluss auf deren Chemie werden erläutert. Mechanische Eigenschaften werden besprochen. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wichtiger Arten anorganischer Festkörper (Metalle, kovalente Verbindungen, Halbleiter, ionische Verbindungen, intermetallische Verbindungen, Silicate) werden behandelt, jeweils auch unter Berücksichtigung ihrer nanoskaligen Analoga. Dabei werden insbesondere mechanische Eigenschaften, dielektrische und magnetische Eigenschaften sowie die Supraleitfähigkeit besprochen. Klassische Synthesemethoden für Festkörper und Materialien werden vorgestellt: fest-fest-Reaktionen, flüssig-fest-Reaktionen (Einkristallzuchtverfahren, Kristallisation, Präzipitation, Synthese von Nanopartikeln, Glasbildung und Glaskristallisation) und gas-fest-Reaktionen (Transportreaktionen, Aerosol-Verfahren, Gasphasenabscheidung). Spezielle Synthesemethoden für Festkörper und Materialien werden ebenfalls behandelt: Sol-Gel-Verfahren, strukturdirigierende und Templatsynthesen für mikroporöse und nanoporöse Materialien sowie topotaktische Reaktionen (Ionenaustausch, Intercalation, Insertion) und Verfahren zur Präparation von Hybridmaterialien und Nanokompositen. <i>Seminar Anorganische Materialchemie:</i> Im Seminar werden in Vorträgen von Dozenten und Studierenden die Eigenschaften spezieller Materialklassen und Materialanwendungen, spezielle Präparationsverfahren sowie spezielle analytische Verfahren vorgestellt.	

	<p><i>Experimentelles Seminar Festkörpersynthese und Materialpräparation</i></p> <p>Die Versuche behandeln verschiedene Substanzklassen. Im Allgemeinen werden Reihenversuche unter Variation einer oder mehrerer Reaktionsparameter durchgeführt, um so den Einfluss unterschiedlicher Reaktionsführungen auf die Produkteigenschaften in systematischer Weise aufzuklären. Folgende Syntheseverfahren dienen als Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionen im festen Zustand, z.B. zur Bildung von Mischoxiden, werden unter Variation des Versuchsvorgehens (Mörsern und Mischen, Ko-Fällung von Precursoren) und der Reaktionstemperatur durchgeführt. Die Produkte werden mit der Röntgen-Pulverbeugung untersucht. • Hydrothermalsynthesen von mikroporösen Substanzen werden unter Variation des Versuchsvorgehens (Art und Konzentrationen der Edukte, unterschiedliche Mineralisatorsysteme, unterschiedliche Synthesysteme) durchgeführt. Die Produkte werden mit der Rasterelektronenmikroskopie und der Röntgen-Pulverbeugung untersucht. • Mesostrukturierte Materialien werden unter hydrothermalen Bedingungen hergestellt. Verschiedene Parameter (Art und Konzentrationen der Edukte) werden variiert und ihr Einfluss auf die Produktbildung mit Hilfe der Röntgen-Pulverbeugung und von Sorptionsmessungen untersucht. • Das Dip-coating ist ein wichtiges Verfahren zur Herstellung dünner Filme. Anhand einfacher Modellsysteme werden die Einflüsse unterschiedlicher charakteristischer Parameter (Zusammensetzung der Eduktlösung, Ziehgeschwindigkeit, Nachbehandlung) überprüft. • Topotaktische Reaktionen wie die Herstellung von Graphitoxid, Graphenoxid u.a. werden durchgeführt. <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <p>Allgemeine wissenschaftliche Arbeits- und Präsentationstechniken: Die Studierenden lernen, sich schnell in vorher unbekannte Themenbereiche einzuarbeiten und sich Informationen zu einem begrenzten Themengebiet selbständig anzueignen und dieses strukturiert aufzubereiten. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage für die Präsentation adäquate Medien auszuwählen und einzusetzen.</p>
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Seminar • wahlweise Praktikum
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: Die bestandene Prüfung „Anorganische Chemie II“ wird vorausgesetzt. Empfohlene Vorkenntnisse: fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer Chemie</p>
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme am Seminar • Seminarvortrag • wahlweise Praktikum (3 LP) <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mündliche Prüfung
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart & Moore: Einführung in die Festkörperchemie • U. Müller: Anorganische Strukturchemie • A.R. West: Grundlagen der Festkörperchemie • U. Schubert, N. Hüsing, Synthesis of Inorganic Materials, Wiley VCH, 2004 • Praktikumsskript Festkörpersynthese und Materialpräparation <p>Weitere empfehlenswerte Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.</p>
7	<p>Weitere Angaben</p> <p>Keine</p>
8	<p>Organisationseinheit</p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Behrens</p>

Organische Chemie I		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 6 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Chemie	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 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). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • 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 <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 • 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	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung
4	<p>Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen</p> <p>Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Allgemeinen Chemie</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"> • 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	<p>Weitere Angaben</p> <p>Keine</p>
8	<p>Organisationseinheit</p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Organische Chemie (https://www.oci.uni-hannover.de/)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Butenschön, Kalesse, Cox</p>

Anorganische Chemie III		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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. Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • 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>Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Koordinationschemie:</i> Chelat- und Makrocyclen-Komplexe und Templat-Synthese, Erweiterte MO- und Ligandenfeld-Theorie, Elektronenspektren, Auswahlregeln (Spin, Laporte) und optische Eigenschaften, Molekulare Magnete (Spin Übergänge), Koordinationspolymere, Kinetik von Reaktionen von Koordinationsverbindungen, Bioanorganische Chemie <i>Konzepte und spezielle Aspekte der Anorganischen Molekülchemie:</i> MO-Theorie von zwei- bis fünfatomigen Molekülen und Wasserstoffbrückenbindungen, Molekülchemie (Verbindungen der Elemente der V.-VIII. Hauptgruppe untereinander), Subvalente Verbindungen, Mehrfachbindungssysteme, Elektronenreiche Verbindungen	
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 (insbesondere Röntgenbeugung, Schwingungsspektroskopie und Thermoanalyse)	
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"> • 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 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Behrens	

Biomaterialien und Biomineralisation mit Experimentellem Seminar		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte Vorlesung: 4 LP Experimentelles Seminar: 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung Insgesamt: 240 h		Davon Präsenzzeit: 98 h Davon Selbststudium: 142 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie M.Sc. Analytik M.Sc. Biochemie M.Sc. Life Science		
1	Qualifikationsziele Modulzweck Vermittlung vertiefter theoretischer Kenntnisse zu den Themengebieten des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation (für fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Biomaterialien und Biomineralisation wiederzugeben, zu erläutern und anzuwenden. • die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomaterialien und Biomineralien zu analysieren und zu diskutieren. • eigenständige analytische Untersuchungen von Präparaten durchzuführen (Bestandteile, Spurenelemente). • Biomaterialien herzustellen und geeignete Testverfahren durchzuführen. • Versuchsergebnisse auszuwerten, zu erläutern und mit den theoretischen Grundlagen zu verbinden. 	
2	Inhalte des Moduls Fachliche Inhalte des Moduls <i>Vorlesung Biomaterialien und Biomineralisation</i> <ul style="list-style-type: none"> • die typische hierarchische Strukturierung von Biomineralen, ihr Charakter als bioorganisch-anorganische Kompositstrukturen, die Strukturen an den Grenzflächen sowie generelle Mechanismen der Biomineralisation werden abgehandelt. • Biominerale ausgewählter Substanzklassen (Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Eisenoxide, Siliciumdioxid) werden hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und Funktion vorgestellt. • die Nutzung von Prinzipien der Biomineralisation für die biomimetische Synthese wird dargestellt. • grundlegende Aspekte des Einsatzes von Biomaterialien werden erläutert. • Polymere, anorganische Keramikwerkstoffe und Metalle werden als typische Klassen von dauerhaften oder resorbierbaren Biomaterialien vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Grenzfläche zwischen Biomaterial und bioorganischen Molekülen bzw. biologischen Strukturen (Zellen, Gewebe, Körper). • physikalische, chemische, biochemische und biologische Modifizierungen von Biomaterialien werden behandelt. • grundlegende Aspekte von Zellkulturexperimenten sowie grundlegende und ethische Aspekte von Tierexperimenten werden besprochen. • der Einsatz von Biomaterialien für das Tissue und das Stem Cell Engineering sowie die gesundheitlichen Gefahren von Festkörpern und Nanoteilchen im Körperkontakt werden diskutiert. • die spezifischen Problemstellungen bei analytischen Untersuchungen an Biomineralen und Biomaterialien (Probenpräparation, Analyse von Makromolekülen, Analytik von Grenzflächen) werden diskutiert. • spezielle analytische Methoden wie die Mikroskopie im μm-Bereich mit Photonen (Raman, IR, UV, Röntgen) und Ionen werden vorgestellt. Besonderes Augenmerk gilt der Analytik von Gewebeproben und der gezielten Bestimmung der mineralischen Bestandteile und von Spurenelementen. 	

	<p><i>Experimentelles Seminar Biomaterialien und Biomineralisation</i></p> <p>Die Versuche dienen einerseits dem Erwerb grundlegender Kenntnisse im Umgang mit biologischen, Biomineral enthaltenden Proben sowie deren analytischer Charakterisierung. Zum anderen sollen Biomaterialien selber hergestellt werden und unter verschiedenen Gesichtspunkten getestet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufarbeitung und Charakterisierung von typischen Biomineralen wie Reisspelzen, Eierschalen, Zähnen oder Knochen: Erprobung verschiedener Präparationsverfahren (Entfernung organischer Komponenten durch enzymatischen oder chemisch-oxidativen Abbau; Entfernung anorganischer Komponenten durch Ausnutzung selektiver Löslichkeiten); Charakterisierung der Proben durch verschiedene Methoden (Thermoanalyse, Mikroskopie, Elektronenmikroskopie, IR-Spektroskopie, elementanalytische Verfahren). • Untersuchungen zur Immobilisierung von Enzymen. Durchführung von Aktivitätstests. • Synthese und Charakterisierung von Kompositmaterialien • Methoden der mechanischen Testung • Ortsaufgelöste Analytik von biologischen Proben
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, physikalischer und/oder technischer Chemie, Biochemie, Life Sciences, der Nanotechnologie, der Biomedizintechnik</p>
5	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimentelles Seminar <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche (120min) oder mündliche (30min) Prüfung
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Epple: Biomaterialien und Biomineralisation, Teubner, 2003 • S. Mann: Biomineralization, Oxford 2001 • B. Ratner u.a.: Biomaterials Science 2013
7	<p>Weitere Angaben</p> <p>Keine</p>
8	<p>Organisationseinheit</p> <p>Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Behrens</p>

Grundlagen der Materialanalytik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte Vorlesung: 3 LP Praktikum: 3 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 180 h	Davon Präsenzzeit: 75 h	Davon Selbststudium: 105 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie M.Sc. Analytik		
1	<p>Qualifikationsziele Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zur Materialanalytik in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messungen der unter „Fachliche Inhalte- Vorlesung Grundlagen der Materialanalytik“ angegebenen Analyseverfahren in ihren Grundzügen zu verstehen und auszuwerten. • selbstständig zu entscheiden welche der vermittelten Analysetechniken für welche analytischen Fragestellungen überhaupt in Frage kommen. • zu entscheiden, welche der vermittelten Analysetechniken für bestimmte Fragestellungen ggf. besser geeignet sind als andere und welche der vermittelten Analysetechniken für bestimmte Fragestellungen komplementär bzw. redundant sind. • Messergebnisse von Methoden zur Analytik von verschiedenen Arten von Festkörpern (anorganische Bulk-Materialien, organische Polymere, Nanoteilchen, Kompositmaterialien) zu interpretieren. • Messungen der unter „Fachliche Inhalte- Experimentelles Seminar Grundlagen der Materialanalytik“ angegebenen Analyseverfahren selbstständig durchzuführen und zu interpretieren. • in der Praxis auftretende Messfehler der behandelte Analyseverfahren zu erkennen und einzuschätzen. 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><i>Vorlesung Grundlagen der Materialanalytik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Grundlagen der hochauflösenden und analytischen Elektronenmikroskopie werden am Beispiel mikro- und nanostrukturierter Feststoffe vermittelt. Schwerpunkte der Analytik werden die energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDXS) und die Elektronenbeugung (SAED) sein. Die grundlegenden Prinzipien der Transmissions- (TEM) und Rasterelektronenmikroskopie (SEM) werden behandelt; diese umfassen Geräteaufbau, Kontrastentstehung, Abbildungsmodi und Abbildungsfehler. • Verfahren zur Bestimmung der Elementzusammensetzung von Festkörpern und Materialien werden vorgestellt, insbesondere im Hinblick auf die ortsauflösende Analytik. • Die Möglichkeiten der Nutzung von Synchrotron- und Neutronenstrahlung zur Materialanalytik werden vorgestellt. Dabei liegt ein Schwerpunkt beim Einsatz von Streumethoden für die Charakterisierung nichtkristalliner und nanostrukturierter Proben. Es wird ferner eine Einführung in Röntgenkleinwinkelstreuverfahren (SAXS) gegeben und deren Anwendung zur Bestimmung von Größen und Formen von dispergierten Nanoteilchen sowie zur Analyse von Struktur und Porosität von amorphen Gelen an Beispielen vorgestellt. • Die Grundprinzipien und Möglichkeiten thermoanalytischer Verfahren zur Materialcharakterisierung werden vorgestellt und an Beispielen zur Elastomer- und Polymercharakterisierung hinsichtlich Identifizierung, Mikrostrukturaufklärung und quantitativer Analyse vertieft. Schwerpunkte bilden hier die Verfahren der Thermogravimetrie (TGA), der Dynamischen Differenzkalorimetrie (DDK bzw. DSC) und der Thermomechanischen Analyse (TMA). Des Weiteren werden Verfahren, wie beispielsweise die Gelpermeationschromatographie (GPC) zur Charakterisierung von Molmassen und Molmassenverteilungen von Polymeren vorgestellt. 	

	<ul style="list-style-type: none"> Bei den Methoden der optischen Spektroskopie (Raman, IR, UV/Vis) werden die Besonderheiten vorgestellt, die bei der Charakterisierung von Festkörperproben und an Oberflächen zu berücksichtigen sind. Da Festkörper nicht in Transmission vermessen werden können, müssen beispielsweise bei der UV/Vis-Spektroskopie die diffuse Reflexion und der Kubelka-Munk-Formalismus angewandt werden, um die zu ermittelnde Absorption von der unerwünschten Lichtstreuung zu separieren. Im Bereich der IR-Spektroskopie wird u.a. die Messmethode in ATR-Anordnung diskutiert. <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Unvoreingenommene Beurteilung und Interpretation von Messergebnissen (gute wissenschaftliche Praxis) Kritische Beurteilung von Messgenauigkeit und Messfehlern
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> Vorlesung experimentelles Seminar
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in anorganischer, organischer und physikalischer Chemie, Grundkenntnisse in instrumentellen Analyseverfahren
5	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten
	Studienleistungen: <ul style="list-style-type: none"> wahlweise experimentelles Seminar (3 LP)
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> wahlweise schriftliche Prüfung (3 LP)
6	Literatur <ul style="list-style-type: none"> W. F. Hemminger, H. K. Cammenga: Methoden der thermischen Analyse, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1989, S. 57 Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Bd. 5, Analysen und Messverfahren, Verlag Chemie Weinheim D. W. Brazier, Applications of Thermal Analytical Procedures in study of Elastomers and Elastomer Systems, Rubber Chemistry and Technology, Vol. 53, S. 487 ff. H. Kuzmany: Festkörperspektroskopie, Springer Verlag, 1990 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). <p>Empfehlenswerte weitere (aktuelle) Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung vorgestellt.</p>
7	Weitere Angaben Keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (https://www.pci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Gebauer, Dorfs, Giese, Lacayo-Pineda, Feldhoff

Polymere Materialien		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte Vorlesung: 5 LP Praktikum: 3 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 240 h	Davon Präsenzzeit: 90 h	Davon Selbststudium: 150 h
Weitere Verwendung des Moduls M.Sc. Chemie M.Sc. Analytik		
1	<p>Qualifikationsziele</p> <p>Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zu polymeren Materialien in Theorie und Praxis (für Fortgeschrittene Masterstudierende). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen:</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • erworbenes vertieftes Verständnis der physikalischen Chemie und Physik von Polymeren wiederzugeben und zu erläutern. • grundlegende Syntheseverfahren und –techniken aus den Bereichen der Stufenwachstums- und der Kettenwachstumsreaktionen in Bezug auf Zieleigenschaften von Polymerwerkstoffen zu verstehen 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. • Molmassen, Molmassenverteilungen und die Monomierzusammensetzungen, 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. 	
2	<p>Inhalte des Moduls</p> <p>Fachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <p><i>Vorlesung Synthese von Polymeren und Polymerkomposite:</i></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><i>Vorlesung Polymeranalytik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Polymeridentifizierung an Hand von thermischen Eigenschaften • Zusammensetzung von Polymermaterialien nach Hauptkomponenten • Analyse von Molmassen, Molmassenverteilungen, Monomierzusammensetzungen, Blocklängen, Substitutionsmuster, Verzweigungs- und Vernetzungsgrade • Analysemethoden: Gelpermeationschromatographie, Osmometrie Viskosimetrie, Gleichgewichtsquellung, DSC, TGA, NMR-Relaxationszeit, Zug-Dehnungseigenschaften <p><i>Experimentelles Seminar Polymere Materialien:</i></p> <p>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 Elastomers 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 <p><i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von zielgerichteten Strategien und Arbeitsprozessen
3	<p>Lehrformen und Lehrveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Praktikum
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> <p>Studienleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wahlweise experimentelles Seminar Polymere Materialien (3 LP) <p>Prüfungsleistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche oder mündliche Prüfung (5 LP)
6	<p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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 <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 Anorganische Chemie (https://www.aci.uni-hannover.de/)</p>
9	<p>Modulverantwortliche/r</p> <p>Giese</p>

Instrumentelle Methoden 2		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich Chemie	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 159 h	Davon Präsenzzeit: 65 h	Davon Selbststudium: 94 h
Weitere Verwendung des Moduls B. Sc. Chemie		
1	Qualifikationsziele Vermittlung vertiefter theoretischer Kenntnisse und deren Anwendung zu den Themengebieten des Moduls Instrumentelle Methoden 2 (für Fortgeschrittene aufbauend auf den Semester 1 bis 3). Das Modul soll die Studierenden zu nachfolgenden fachlichen und überfachlichen Kompetenzen und Lernergebnissen führen: Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • die Konzepte und fachlichen Inhalte des Moduls Instrumentelle Methoden 2 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>Kohärenzspektroskopie:</i> Molekulares elektrisches Dipolmoment, magnetisches Kernmoment, Bahndrehimpuls, Kernspin, elektromagnetische Strahlung, zeitabhängige Schrödingergleichung, von-Neumann-Gleichung, Dichtematrix, optische Blochgleichungen, Besetzungsdifferenz, Polarisierung, Magnetisierung, Freier Induktionszerfall (FID), Besetzungsrelaxation, Kohärenzrelaxation, Maxwell-Gleichungen, Zeitdomäne, Frequenzdomäne, FT-Spektroskopie, Radiofrequenz(NMR)-Spektroskopie, Mikrowellen(Rotations)- Spektroskopie, LASER(Schwingungs)-Spektroskopie. <i>NMR:</i> Physikalische Grundlagen - Kernspins im Magnetfeld, , Einführung Fourier-Transform-NMR; Spin-Gitter- und Spin-Spin-Relaxation; Aufbau eines NMR-Spektrometers; Strukturabhängigkeit der 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; Polarisierungstransfer; Zweidimensionale NMR-Verfahren. <i>Massenspektrometrie:</i> Begriffsdefinitionen, Aufbau von Massenspektrometern, Probeneinlasssysteme, Ionisierungstechniken (EI, CI, ESI, APCI, Maldi), Trennverfahren (Sektorfeld, Quadupol, Ionenfalle, TOF-MS), Detektion, Kopplungstechniken (LC/GC-MS, MS/MS), Molekulargewichtsbestimmung, Isotopenzusammensetzungen, Fragmentierungsreaktionen, Strukturanalyse, Bestimmung der elementaren Zusammensetzung <i>UV-Spektroskopie:</i> Theoretische Grundlagen, Geräteaufbau, Elektronenübergänge, chromophore Gruppen, Einfluß der Molekülgeometrie, Inkrementen-Methode für konjugierte Diene und Enone <i>Chromatographie:</i> Theoretische Grundlagen, Phasenchemie, van-Deemter-Diagramm, Flüssigchromatographie (LC), Hochdruckflüssigchromatographie (HPLC), Gaschromatographie (GC) <i>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</i> Verständnis, Umgang und Anwendung der modernen Methoden und Techniken in molekularer Spektroskopie, Spektrometrie und Chromatographie in angrenzenden Fächern wie Analytik, Forensik, Umweltchemie, Lebenswissenschaften.	
3	Lehrformen und Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung • Übung 	

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"> • keine Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • schriftliche Prüfung
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 Keine
8	Organisationseinheit Naturwissenschaftliche Fakultät: Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (https://www.pci.uni-hannover.de/)
9	Modulverantwortliche/r Carlomagno, Dräger, Grabow

Wahlbereich: Elektrotechnik

MOS-Transistoren und Speicher		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • 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 Wietler	

Grundlagen der elektrischen Messtechnik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich: Elektronik	Empfohlenes Fachsemester Master	Moduldauer 1 Semester
Studentische Arbeitsbelastung		
Insgesamt: 120 h	Davon Präsenzzeit: 56 h	Davon Selbststudium: 64 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 • Gruppenübung 	
4	Teilnahmevoraussetzungen; Empfehlungen Voraussetzungen: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I-III	
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"> • Siehe Literaturliste zur Vorlesung oder unter www.imr.uni-hannover.de/lehre 	
7	Weitere Angaben Keine	
8	Organisationseinheit Fakultät Maschinenbau: Institut für Mess- und Regelungstechnik (https://www.imr.uni-hannover.de/)	
9	Modulverantwortliche/r Garbe, Zimmermann	

Wirkungsweise und Technologie von Solarzellen		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 Peibst	

Einführendes Labor- und Simulationspraktikum Photovoltaik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 4 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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"> • praktische Laborarbeit • praktische Computerübung 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Präsentation 	

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 Teilnahmebeschränkung: 20 TeilnehmerInnen Blockveranstaltung in den Semesterferien
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 Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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 mittels Netzwerktheorie und finiten Elementen • Spezielle Herstellungsverfahren (u.a. FIB, Nano-Imprinting) • Charakterisierungsmethoden (u.a. Rastersonden-Methoden, SEM, TEM, FIB) • 2D- und 3D Materialien für Mikro- und Nanosysteme • Packaging, Zuverlässigkeit und Fehlermechanismen • Verschiedene Anwendungsfelder, u.a. Cantilever, Energy Harvesting, biodizinische 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 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche Prüfung 	
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 Dr. Julia Körner	

Sensorik und Nanosensoren		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Winter-/ Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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		
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 (unter anderem in Form von Halbleitersensoren) und Messmethoden als auch Nanosensoren vorgestellt, die aufgrund ihrer Eigenschaften völlig neue Möglichkeiten in der Sensorik bieten.	
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 Prüfung 	
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 Zimmermann	

Mikro- und Nanosysteme in der Biomedizin-Sensorik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlbereich
Leistungspunkte 5 LP	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Sprache Deutsch
Kompetenzbereich Wahlbereich 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, Sensorkonzepten und Physiologie und Chemie vermittelt und anschließend verschiedene Anwendungen im Detail betrachtet. Diese beinhalten u.a. Mikroelektroden-Arrays für Stimulation und Recording von Neuronen und peripheren Nerven, Polymerbasierte Sensoren wie smarte Kontaktlinsen, Mikroelektroden in der Hörforschung (auditory nerve implants), miniaturisierte Sensorkapseln (mit Kamera) und neuartige implantierbare Glukosesensoren. 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. Herstellungsmethoden 3. Charakterisierungsmethoden 4. Physiologische und chemische Grundlagen (z.B. Zellbiologie, Foreign body response, Entzündungsreaktionen) 5. Sensorkonzepte in der Biomedizinsensorik 6. Neurostimulation und -recording 7. Smarte Hydrogele als Sensormaterialien 8. Smarte Kontaktlinsen 9. Auditory nerve electrodes 10. Implantierbare Sensorkapseln 11. Wiederverwendbare optische Sensorkapseln 	
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"> • keine 	
	Prüfungsleistungen: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur (120min) 	
6	Literatur	
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 Dr. Julia Körner	

Laborpraktika

Laborpraktikum Festkörperphysik		Kennnummer / Prüfcode
Studiengang M.Sc. Nanotechnologie		Modultyp Wahlpflicht
Leistungspunkte 3 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"> • Quantenhalbleffekt • 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 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 Osten	

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 Dr. Marc Wurz	

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	