



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science
Nanotechnologie

(Prüfungsordnungsversion: 20232)

für das Sommersemester 2025

Inhaltsverzeichnis

Horizontenerweiterung In-/Ausland (1996).....	3
Bachelorarbeit (B.Sc. Nanotechnologie 20232) (1999).....	5
Werkstoffe und ihre Struktur I - Metallische Materialien (95750).....	7
Werkstoffe und ihre Struktur II - Nichtorganische und Organische Materialien (95753).....	9
Materialwissenschaften I - Mechanik und Strukturcharakterisierung (95755).....	11
Materialwissenschaften II - Funktionale Eigenschaften von Materialien (95758).....	13
Datenerfassung und Modellierung (95760).....	15
Angewandte Materialwissenschaften I - Materialien mit unterschiedlichen Bindungstypen (95763).....	17
Angewandte Materialwissenschaften II - Struktur und Funktionen von Materialien A (95765).....	19
Angewandte Materialwissenschaften III - Struktur und Funktionen von Materialien B (95768).....	21
Nanotechnologie I - Charakterisierung (95783).....	23
Nanotechnologie II - Thermodynamik & Kinetik von Werkstoffen (95785).....	25
Nanotechnologie III - Nanostrukturen (95788).....	27
Nanotechnologie IV - Halbleiter (95795).....	28
Quantenmechanik (66660).....	29
Festkörperphysik (66670).....	31
Experimentalphysik 1 (66681).....	33
Experimentalphysik 2 (66683).....	35
Mathematik für NT 1 (67880).....	37
Mathematik für NT 2 (67891).....	39
Allgemeine und Anorganische Chemie für MWT/NT (95798).....	41

1	Modulbezeichnung 1996	Horizontenerweiterung In-/Ausland Broadening horizons	15 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	<p>In diesem Modul stehen verschiedene Wahlmöglichkeiten zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Industriepraktikum (12 Wochen) - 15 ECTS -Werksstudententätigkeit (480 h) - 15 ECTS -Werksstudententätigkeit (320 h) - 10 ECTS -Tätigkeit als studentische Hilfskraft an Universitäten oder Forschungseinrichtungen (480 h) - 15 ECTS -Tätigkeit als studentische Hilfskraft an Universitäten oder Forschungseinrichtungen (320 h) - 10 ECTS -Sprachkurs mit Zertifikatsabschluss - einmalig 5 ECTS <p>Insgesamt sind 15 ECTS zu erbringen.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	Das Lernziel des Moduls ist es, die interkulturelle Kompetenz und berufspraktische Erfahrungen zu erweitern sowie Lehrinhalte in einem (inter-)nationalen Forschungs- oder Industrieumfeld anzuwenden. Es kann zwischen Industriepraktika, Studienaufenthalten im Ausland, fachverwandten Tätigkeiten als studentische Hilfskraft an Universitäten oder Forschungseinrichtungen und Sprachkursen mit Zertifikatsabschluss gewählt werden. Im Mittelpunkt steht die eigenständige Planung, Organisation und Durchführung der Tätigkeiten (Projektcharakter).
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Industriepraktikum, Werksstudententätigkeit, Studienaufenthalt im Ausland, Sprachkurs mit Zertifikatsabschluss oder Tätigkeit als studentische Hilfskraft an Universitäten oder Forschungseinrichtungen sind vorab mit der Studienberatung im SSC Werkstoffwissenschaften abzustimmen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Studienleistung Studienleistung Studienleistung

		Studienleistung Bericht von 20 Seiten Umfang
11	Berechnung der Modulnote	Studienleistung (bestanden/nicht bestanden) Studienleistung (bestanden/nicht bestanden) Studienleistung (bestanden/nicht bestanden) Studienleistung (bestanden/nicht bestanden) Für dieses Modul gibt es keine Note. Es wird ein Schein ohne Note ausgestellt.
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 400 h Eigenstudium: 0 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 1999	Bachelorarbeit (B.Sc. Nanotechnologie 20232) Bachelor's thesis	15 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	Experimentelle und theoretische Bearbeitung einer kleinen wissenschaftlichen Fragestellung. Schriftliche Dokumentation der durchgeführten Arbeiten in einem Bericht. Referat über die Arbeit.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens in ihrem Fachgebiet • können eine begrenzte Fragestellung auf dem Gebiet der Werkstoffwissenschaften selbstständig bearbeiten • setzen sich kritisch mit wissenschaftlichen Ergebnissen auseinander und ordnen diese in den jeweiligen Erkenntnisstand ein • sind in der Lage, die Grundlagen der Forschungsmethodik anzuwenden, z.B. relevante Informationen, insbesondere im eigenen Fach sammeln, eigenständige Projekte zu bearbeiten, (empirische) Daten und Informationen zu interpretieren und zu bewerten bzw. Texte zu interpretieren. • Können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • sind in der Lage, ihren eigenen Fortschritt zu überwachen und steuern
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Voraussetzung für die Anmeldung zu Bachelorarbeit sind der Erwerb von mindestens 110 ECTS und der erfolgreiche Abschluss der GOP
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich (5 Monate) mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	<p>schriftlich (80%) mündlich (20%)</p> <ul style="list-style-type: none"> • mündlich (30 Minuten) • schriftlich (5 Monate) • Bachelorarbeit Prüfungsleistung, schriftlich, Dauer: 5 Monate, • Drittelnoten (mit 4,3), 10 Leistungspunkte Anteil an der Berechnung der Modulnote: 80.0 % • Präsentation mit Diskussion Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, Drittelnoten (mit 4,3), 2.5

		Leistungspunkte Anteil an der Berechnung der Modulnote: 20.0 %
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Wiederholung der Prüfungen	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 300 h
15	Dauer des Moduls	1 Semester
16	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
17	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95750	Werkstoffe und ihre Struktur I - Metallische Materialien Materials and their structure I	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	apl. Prof. Dr. Heinz Werner Höppel	
5	Inhalt	<p>Werkstoffe und ihre Struktur: Diese Vorlesung stellt eine breite Einführung in die Grundlagen der Werkstoffkunde dar. Neben den allgemeinen Grundlagen zur inneren Struktur von Werkstoffen werden auch die Grundlagen von Organischen Werkstoffen und nichtmetallisch-anorganischen Werkstoffen vermittelt. Dabei werden in den verschiedenen Vorlesungen die Grundlagen für kristalline und amorphe Werkstoffe erarbeitet. Die verschiedenen Werkstoffgruppen werden übersichtsartig eingeführt und die unterschiedlichen chemischen Bindungstypen rekapituliert. Für die kristallinen Werkstoffe werden dann Abweichungen von der Idealstruktur (Gitterfehler und Realstruktur) und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften von Werkstoffen besprochen. Ferner werden mikroskopischen und spektroskopischen Methoden der Materialanalyse behandelt. Außerdem werden die Grundlagen der Thermodynamik behandelt und Grundtypen der Zustandsdiagramme und insbesondere das Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm, die Stähle und Gusseisen besprochen. Die Themengebiete Phasenumwandlungen und Diffusion ergänzen die allgemeinen Grundlagen.</p> <p>Grundlagen der Metalltechnologie Diese Vorlesung stellt eine breite Einführung in die Grundlagen der Metalltechnologie dar. Neben den allgemeinen Grundlagen zu metallischen Werkstoffen wird insbesondere metallkundliche Grundlagen vermittelt.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Anwenden Die Studierenden können die erlernten Grundlagen zur Struktur von Werkstoffen und deren Auswirkungen auf die Werkstoffeigenschaften erklären und ihr Wissen auf einfache Anwendungsfälle übertragen. Dazu müssen verschiedene Problemstellungen den jeweiligen Themenkreisen zugeordnet werden. Einfache Problemstellungen können analysiert werden und zugehörige Berechnungen durchgeführt werden.</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	

9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232 Studiengänge Bachelor MWT, NT, ENT
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) anteilig ECTS
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Wiederholung der Prüfungen	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
15	Dauer des Moduls	1 Semester
16	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
17	Literaturhinweise	B. Ilchner, R.F. Singer: „Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik“, Springer. JD. Callister: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: Eine Einführung, Wiley-VCH.

1	Modulbezeichnung 95753	Werkstoffe und ihre Struktur II - Nichtorganische und Organische Materialien Materials and their structure II	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung mit Übung: Nichtmetallisch-anorganische Werkstoffe (2 SWS)</p> <p>Vorlesung mit Übung: Übungen zu nichtmetallischen Werkstoffen</p> <p>Vorlesung mit Übung: Organische Werkstoffe (2 SWS)</p> <p>Praktikum: Labworks für NT I</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>3 ECTS</p> <p>-</p>
3	Lehrende	<p>Prof. Dr. Kyle Grant Webber</p> <p>Prof. Dr. Dirk Schubert</p> <p>Prof. Dr. Marcus Halik</p> <p>PD Dr. habil. Tobias Fey</p>	

4	Modulverantwortliche/r	<p>PD Dr. habil. Tobias Fey</p> <p>Dr.-Ing. Joachim Kaschta</p>
5	Inhalt	<p>Dieses Modul stellt eine breite Einführung in die Grundlagen der Werkstoffkunde dar. Neben den allgemeinen Grundlagen zur inneren Struktur von Werkstoffen werden auch die Grundlagen von Organischen Werkstoffen und nichtmetallisch-anorganischen Werkstoffen vermittelt. Dabei werden in den verschiedenen Vorlesungen die Grundlagen für kristalline und amorphe Werkstoffe erarbeitet. Die verschiedenen Werkstoffgruppen werden übersichtsartig eingeführt und die unterschiedlichen chemischen Bindungstypen rekapituliert. Für die kristallinen Werkstoffe werden dann Abweichungen von der Idealstruktur (Gitterfehler und Realstruktur) und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften von Werkstoffen besprochen. Ferner werden mikroskopischen und spektroskopischen Methoden der Materialanalyse behandelt. Die Vorlesungen nichtmetallisch anorganische Werkstoffe und organische Werkstoffe gehen insbesondere dabei auf die molekularen Strukturen von Polymerwerkstoffen bzw. auf die Besonderheiten von Glas und Keramik ein. Auch einige erste Grundlagen zu den Auswirkungen der Struktur auf die mechanischen Eigenschaften, insbesondere Verformung, Bruch und Festigkeitssteigerung werden behandelt. Ferner wird eine kurze Übersicht über(normgerechte) Werkstoffbezeichnungen gegeben.</p> <p>Die Übungen festigen das erlernte Wissen und bereiten auf die praktischen Anwendungen im Labor vor.</p> <p>Die praktischen Anwendungen im Labor dienen dazu, das theoretische Wissen zu vertiefen und es auf reale Fragestellungen anzuwenden.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können die erlernten Grundlagen zur Struktur von Werkstoffen und deren Auswirkungen auf die Werkstoffeigenschaften erklären und ihr Wissen auf Anwendungsfälle übertragen.</p>

		Dazu müssen verschiedene Problemstellungen den jeweiligen Themenkreisen zugeordnet werden. Entsprechende Voraussagen zum Werkstoffverhalten können ebenfalls von den Studierenden getroffen werden. Einfache Problemstellungen können analysiert werden und zugehörige Berechnungen durchgeführt werden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Praktikumsleistung Klausur, 90 min Leistungsnachweis für Praktikum (Praktikumsbericht), 20 Seiten
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Wiederholung der Prüfungen	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
15	Dauer des Moduls	1 Semester
16	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
17	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95755	Materialwissenschaften I - Mechanik und Strukturcharakterisierung Materials science I	12,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechanische Eigenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Heinz Werner Höppel PD Dr. habil. Tobias Fey Dr.-Ing. Joachim Kaschta	

4	Modulverantwortliche/r	apl. Prof. Dr. Heinz Werner Höppel	
5	Inhalt	1) Mechanische Eigenschaften 2) Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen 3) Übung zu mechanische Eigenschaften und Charakterisierung 4) Labworks für MWT II/ NT II / KIM II	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Grundlagen der mechanischen Eigenschaften und Strukturcharakterisierung sowie wesentliche Verknüpfungen zwischen Mikrostruktur und den mechanischen Eigenschaften werden vermittelt. Es erfolgt ein grundlegender Kompetenzerwerb im Bereich mechanischer Prüfmethode und der Strukturcharakterisierung. In den Vorlesungen erworbenes Wissen wird in den Übungs- und Praxiseinheiten angewandt und vertieft.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Teilnahme am Praktikum erfordert eine Teilnahme an der zentralen Sicherheitsbelehrung des Departments und an der Vorbesprechung zum Praktikum, um die spezifischen Unterweisungen zu erhalten.	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung Klausur (90 Minuten) Klausur, 90 min Leistungsnachweis für Praktikum (Praktikumsbericht), 20 Seiten	
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 150 h Eigenstudium: 225 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	JD. Callister: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: Eine Einführung, Wiley-VCH. B. Ilshner, R.F. Singer: „Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik“, Springer.	

1	Modulbezeichnung 95758	Materialwissenschaften II - Funktionale Eigenschaften von Materialien Materials science II	12,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung mit Übung: Eigenschaften und Charakterisierung von Funktionsmaterialien I (2 SWS, SoSe 2025)</p> <p>Vorlesung mit Übung: Eigenschaften und Charakterisierung von Funktionsmaterialien II (2 SWS, SoSe 2025)</p> <p>Übung: Übungen zu Charakterisierung und Eigenschaften (SoSe 2025)</p> <p>Praktikum: Labworks für NT III (SoSe 2025)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ◦ 	- - - -
3	Lehrende	<p>Prof. Dr. Christoph Brabec</p> <p>Dr. Andres Osvet</p> <p>Prof. Dr. Kyle Grant Webber</p> <p>Peter Randelzhofer</p>	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Larry Lüer
5	Inhalt	<p>We discuss classes of functional materials with high impact for modern society. For each class, we discuss the characterisation methods allowing their optimization in a data driven paradigm. We also discuss how machine learning helps accelerating the development of these material classes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Characterisation: spectroscopy, electrodynamics, microscopy ◦ ML: Material acceleration platforms • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Characterisation: mechanical and structural (X-ray) ◦ ML: Digital Twin
6	Lernziele und Kompetenzen	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Praktikumsleistung</p> <p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Prüfungsart: Klausur, 45 Minuten, benotet</p> <p>Written exam, 45 minutes, graded</p>

		Leistungsnachweis für Praktikum (Praktikumsbericht), 20 Seiten Internship report, 20 pages
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%) The exam counts 100%
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 255 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95760	Datenerfassung und Modellierung Data collection and modeling	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Meßanalytik und Sensorik (2 SWS, WiSe 2025)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Wissenschaftliches Rechnen (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Jupyter Notebooks im Einsatz zur Meßanalytik (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Vorlesung mit Übung: Einführung in Simulationsverfahren (WiSe 2025)	-
3	Lehrende	PD Dr. habil. Tobias Fey Michael Redel Prof. Dr. Dirk Schubert Dr.-Ing. Joachim Kaschta Dr. Larry Lüer Dr. Frank Wendler	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. habil. Tobias Fey	
5	Inhalt	<p>KI-getriebene Entwicklung neuer Materialien erzielt ihre Beschleunigung und Effizienz durch die Kombination daten- und modellgetriebener Arbeitsabläufe. Um die KI anzutrainieren, müssen aussagekräftige Datensätze über die Materialien gewonnen werden; der Schwerpunkt in der Messanalytik und Sensorik liegt also auf hochdurchsatzfähigen Verfahren. Wichtig für die mathematische Auswertung sind statistische Verfahren wie die Fehlerfortpflanzung und Kovarianzanalyse, der Nachweis der Signifikanz, aber auch Näherungsverfahren wie Taylorreihen können verwendet werden, da man die damit verbundenen Voraussetzungen bei der Wahl der experimentellen Bedingungen berücksichtigen kann.</p> <p>Durch Simulationen können die Ergebnisse aus der experimentellen Analytik und Sensorik nachvollzogen werden; da die zugrundeliegenden Modelle oft von Materialparametern abhängen, können diese näherungsweise durch Anpassen der Simulationen an die Experimente gewonnen werden. Auch hier ist die Kovarianzanalyse essentiell, um Überinterpretationen zu vermeiden. Die Art der verwendeten Simulation hängt vom gemessenen Prozess ab: Ratengleichungen bilden dynamische Prozesse in homogenen Systemen ab ("gerührte Lösung"), wogegen partielle Differentialgleichungen es erlauben, die räumliche Struktur mit zu betrachten. Beispiele sind die Wärmeleitung in Metallbauteilen oder Drift-Diffusionsrechnungen in Halbleitern. Komplexe Systeme mit beliebiger räumlicher, energetischer und dynamischer Struktur lassen sich durch Monte Carlo-Simulationen verfolgen. Beispiele sind Prozesse in ungeordneten Polymeren.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Messanalytik und Sensorik</u> : Einführung in die wichtigsten hochdurchsatzfähigen Messverfahren zur Erzeugung aussagekräftiger Datensätze: Spektroskopie und Elektrodynamik.	

		<p><u>Wissenschaftliches Rechnen:</u> Das Ziel ist die sachgerechte Auswertung von Messdaten, die akkurates Schlussfolgern ermöglicht: wie groß ist die Varianz? Gibt es eine Kovarianz eines anderen Parameters? Sind die gemessenen Unterschiede signifikant? Was kann ich tun, um die Signifikanz zu erhöhen?</p> <p><u>Einführung in Simulationsverfahren:</u> Auswahl des richtigen Verfahrens für das betreffende Problem. Wann kann ich Ratengleichungen ("gerührte Lösung") in einem komplexen Bauteil verwenden? Welche Prozesse kann ich nur durch Monte Carlo-Verfahren abbilden? Einstellung der Simulationsparameter. Handhabung des Optimierungsverfahrens.</p> <p><u>Jupyter Notebooks:</u> Effizienter Umgang mit Jupyter Notebooks: Dateneingabe/Ausgabe; Imports von Libraries, auch solchen, die selbst geschrieben wurden, Widgets, Nutzen von Plotting libraries: matplotlib, seaborn, plotly.</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfungsart: Klausur, 45 Minuten, benotet • Written exam, 45 minutes, graded
11	Berechnung der Modulnote	<p>Klausur (100%)</p> <p>The exam counts 100%</p>
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	<p>Präsenzzeit: 90 h</p> <p>Eigenstudium: 210 h</p>
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95763	Angewandte Materialwissenschaften I - Materialien mit unterschiedlichen Bindungstypen Applied materials science I	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Peter Randelzhofer
5	Inhalt	<p>Allgemeine Werkstoffeigenschaften Zusammenhang zwischen der Mikrostruktur der Werkstoffe und den mechanischen Eigenschaften. Vom theoretischen Verständnis der atomaren Bindung und der Versetzungen und Korngrenzen zu den Härtungsmechanismen unterschiedlicher Werkstoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nanomaterialien und nanostrukturierte Werkstoffe • Intermetallische Phasen und amorphe Metalle • Formgedächtnislegierungen • Hochtemperaturwerkstoffe und Hochtemperaturverformung. <p>Mikroskopische Verfahren der Nanotechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rastersondenmikroskopie • Nanoindentierungen • Focused Ion Beam • Einzelkornorientierungsanalyse. <p>Polymerwerkstoffe Es werden die grundlegenden Konzepte, Theorien und Methoden der Werkstoffkunde der Polymerwerkstoffe dargelegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Eigenschaften makromolekularer Lösungen, • Molekularmasse und ihre Verteilung, • Bestimmungsmethoden der Molekularmasse, • Aggregatzustände und mechanisches Verhalten von unvernetzten amorphen und teilkristallinen Polymeren, von Elastomeren und Duromeren, • lineares und nichtlineares viskoelastisches Deformationsverhalten, • Messverfahren, • Rheologie, • Zeit-Temperatur-Superpositionsprinzip, • Abhängigkeit viskoelastischer Funktionen und anderer Eigenschaften vom molekularen Aufbau. <p>Werkstoffkunde und Technologie der Metalle Einführung in die wichtigen metallischen Werkstoffgruppen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stähle, • Gusseisen, • Aluminium- und Magnesiumlegierungen. <p>Gegliedert in die Abschnitte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • metallphysikalische Grundlagen, • Erzeugung,

		<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitung, • besonders wichtige Legierungen, • Anwendungen.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erwerben ein Verständnis über den Zusammenhang zwischen dem strukturellen Aufbau metallischer Werkstoffe und den mechanischen Eigenschaften und unterschiedlichsten Anwendungsperspektiven bei hohen Temperaturen, • lernen das Einsatzpotential unterschiedlicher Mikrocharakterisierungsmethoden für die Werkstoffwissenschaften kennen, • lernen verschiedene metallische Werkstoffe, ihre Erzeugung, Verarbeitung sowie Anwendung kennen, • erwerben grundlegendes Verständnis für Zusammenhänge zwischen dem atomaren und molekularen Aufbau nichtmetallischer Werkstoffe, ihre Eigenschaften, Fertigungsprozesse und wichtigen Anwendungsfelder.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95765	Angewandte Materialwissenschaften II - Struktur und Funktionen von Materialien A Applied materials science II	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Johannes Will	
5	Inhalt	<p>Das Modul umfasst die Vorlesungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glas und Keramik (Lehrstuhl für Glas und Keramik WW3) • Werkstoffe der Elektrotechnik (Institute Materials for Electronics and Energy Technology WW6) • Mikro- und Nanostrukturforschung (Lehrstuhl für Mikro- und Nanostrukturforschung WW9) <p>Inhalt <u>Glas und Keramik</u>: wird noch eingepflegt Kontakt Tobias Fey</p> <p>Inhalt <u>Werkstoffe der Elektrotechnik</u>: wird noch eingepflegt Kontakt Chirstoph Brabec</p> <p>Inhalt <u>Mikro- und Nanostrukturforschung (Kontakt Johannes Will)</u>: In der Vorlesung wird an Hand von Hochtemperaturwerkstoffen, organischen Solarzellen, nanoporösen und -partikulären Materialien, dünnen Filmen und Nanostrukturen die Wichtigkeit von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen dargelegt. Insbesondere wird gezeigt, wie die Struktur der genannten Materialklassen mikroskopisch untersucht werden kann. Hierbei kommen auch Aspekte des Umgangs mit großen Datenmengen zum Tragen. Insbesondere wie moderne Algorithmen genutzt werden können, um große mikroskopische Datensätze effizient auszuwerten.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Kernziele des Moduls angewandte Materialwissenschaften II - Struktur und Funktion von Materialien A ist es die Studierende an Hand von aktuellen Fragestellungen und Materialklassen an aktuelle Forschung heranzuführen. Hierbei erlangen die Studierenden fundamentale Einblicke in die Struktur und Eigenschaften von Gläsern, Keramiken, Werkstoffen der Elektrotechnik und nanostrukturierten Strukturen, sowie in verschiedene Charakterisierungs- und Herstellungsmethoden. Neben einer Grundlegenden Ausbildung in den genannten Materialklassen, deren Eigenschaften und Charakterisierungsmethoden, bereitet das Modul die Studierenden ebenfalls auf den konsekutiven Master und die darin vorgesehene Schwerpunktsetzung vor.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Die Modulnote ergibt sich aus einer 90 minütigen Klausur, in welcher die verschiedenen Teilvorlesungen des Moduls im gleichen Maße geprüft werden.
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95768	Angewandte Materialwissenschaften III - Struktur und Funktionen von Materialien B Applied materials science III	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Korrosion und Oberflächentechnik	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen Prof. Dr. Patrik Schmuki	

4	Modulverantwortliche/r	Peter Randelzhofer	
5	Inhalt	<p>Biomaterialien</p> <ul style="list-style-type: none"> • bioabbaubare Polymere, bioaktive Keramiken und biokompatible Metalle, • Biomaterialien für Dauerimplantate, • orthopädische Beschichtungen, • Biomaterialien für Tissue Engineering: Weich- und Hartgewebe, • Einführung in die Scaffold-Technologie und -Charakterisierung, • Biomaterialien für Drug Delivery. <p>Korrosion und Oberflächentechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen von elektrochemischen Korrosionsreaktionen, • Passivität, • Korrosionstypen, • Korrosionsschutz, • Grundlagen zu Materialoberflächen, • Oberflächenanalytik, • Oberflächenmodifikation, • Fest-Flüssig-Grenzflächen. <p>Werkstoffsimulation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische und Numerische Grundlagen der Werkstoffsimulation • Dichtefunktionaltheorie • Molekulardynamik • Versetzungsdynamik • Phasenfeldmethoden • Monte-Carlo-Simulationsverfahren • Finite Elemente Methode <p>Labworks IV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Praktische Arbeiten zur Vertiefung. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erwerben einen umfassenden Überblick über Biomaterialien und Werkstoffe für die Medizin, • werden in der Lage sein, die notwendigen Eigenschaften und Herstellungsmethode von Biomaterialien für Dauerimplantate, Tissue Engineering und Drug Delivery zu differenzieren und Biomaterialien für diese verschiedenen Anwendungen auswählen, • erlangen ein grundlegendes Verständnis für chemische und physikalische Oberflächen- und Grenzflächenreaktionen, 	

		<p>inkl. Korrosionsreaktionen, sowie Funktionalisierung und Strukturierung von Oberflächen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen elektrochemische und oberflächenanalytische Methoden der Werkstoffwissenschaften kennen. • Gründe für die Anwendung von Simulationsverfahren auf Werkstoffprobleme auf verschiedenen Längenskalen • Modellierung: Verständnis der Schritte vom Werkstoffproblem zum Simulationscode • Korrekte Wahl problemangepasster Simulationsmethoden • Grundlegendes Methodenverständnis für die wichtigsten Verfahren in der Werkstoffsimulation
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Praktikumsleistung Klausur, 90 min Laborbericht, 20 Seiten
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95783	Nanotechnologie I - Charakterisierung Nanotechnology I - Characterization	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Johannes Will	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Wissensvermittlung zu Grundfragen, praktischer Relevanz und Begrifflichkeit von „Nanotechnologie“ • Diskussion und Erklärung von 0D-, 1D-, 2D- und 3D-Nanostrukturen • Erklärung der jeweiligen Effekte (optisch, mechanisch, elektronisch) - Grundlagen der mikroskopischen Charakterisierung von Nanostrukturen (lichtmikroskopische Verfahren, Elektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie) • Einführung in die Röntgenbeugung und Elektronenmikroskopie an Nanostrukturen • Erste Einblicke in nanoanalytische, spektroskopische und nanomechanische Charakterisierungsverfahren 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erhalten einen einleitenden Überblick über die Thematik • erlernen wichtige Grundlagen (Strukturen, Bausteine, Effekte etc.) • sind in der Lage, Nanostrukturen entsprechende Funktionalitäten zuzuordnen • kennen wichtige Anwendungen und Entwicklungsfelder • sind in der Lage, verschiedene mikroskopische Verfahren zur Untersuchung von Nanostrukturen zu beschreiben und miteinander zu vergleichen • kennen einige wichtige Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung sowie der Eigenschaften (optisch, mechanisch, elektronisch) von Nanostrukturen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 95785	Nanotechnologie II - Thermodynamik & Kinetik von Werkstoffen Nanotechnology II - Thermodynamics & kinetics of materials	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Festkörperkinetik (2 SWS) Vorlesung: Festkörperthermodynamik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Frank Wendler Prof. Dr. Michael Zaiser Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. Paolo Moretti
5	Inhalt	Festkörperthermodynamik: Grundlagen der Thermodynamik - Thermodynamik von Legierungen - Phasengleichgewichte - Punktdefekte - Festkörperelektrochemie - Thermodynamik von Grenz- und Oberflächen Festkörperkinetik: Grundlagen der Reaktionskinetik - Diffusion - Wärmeleitung - Keimbildung und Kristallwachstum - Kinetik des flüssig-fest Übergangs - Grenzflächenkinetik - Oberflächenreaktionen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verstehen thermodynamische Prinzipien in Werkstoffwissenschaften, sowie die Relevanz für die Herstellung und Anwendung von Werkstoffen • verstehen die kinetischen Vorgänge in Werkstoffen, der ablaufenden Diffusions- und Reaktionsprozesse sowie den Einfluss der Temperatur auf die Kinetik und die Anwendung der kinetischen Prozesse auf die Herstellung, Verarbeitung und den Einsatz von Werkstoffen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

1	Modulbezeichnung 95788	Nanotechnologie III - Nanostrukturen Nanotechnology III - Nanostructures	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	apl. Prof. Dr. Heinz Werner Höppel	
5	Inhalt	1) Nano III: Materialien: Nanostrukturierung, Methoden, Eigenschaften, Methoden 2) Partikel: Klassische Partikel, Oberflächenenergie, Nanopartikel aus der Gasphase, Nanopartikel aus der flüssigen Phase, Perowskite, Organische Nanopartikel für gedruckte Elektronik	
6	Lernziele und Kompetenzen	1) Erwerb der Grundlagen zur Nanostrukturierung von Werkstoffen, deren Eigenschaften und entsprechender Messmethoden 2) Verstehen der charakteristischen Parameter von Partikeln, Synthesemethoden, Oberflächen und Stabilisierung von Nanopartikeln aus verschiedenen Materialklassen, wie Metallen, Metalloxiden und Halbleitern und deren potentiellen Anwendungen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	1) Wird in VL bekannt gegeben. 2) VL Partikel: Mechanische Verfahrenstechnik – Partikeltechnologie 1, Stieß, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, DOI 10.1007/978/3-540-32552-9 Nanoparticulate Materials, Synthesis, Characterization, and Processing, Kathy Lu, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, ISBN 9781118291429	

1	Modulbezeichnung 95795	Nanotechnologie IV - Halbleiter Nanotechnology IV - Semiconductors	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Nano-Bauelemente-Sensoren (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Nano IV: Halbleiterbauelemente (2 SWS) Vorlesung: Nano IV: Halbleiter (2 SWS)	- - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Miroslaw Batentschuk Prof. Dr. Olga Kasian Dr.-Ing. Tobias Dirnecker	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Larry Lüer
5	Inhalt	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	Lernziele und Kompetenzen	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	

1	Modulbezeichnung 66660	Quantenmechanik Quantum Mechanics	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Görling	
5	Inhalt	Grundlagen der Quantenmechanik und der Quantenchemie Ausgehend von der historischen Entwicklung werden die Grundprinzipien der Quantenmechanik eingeführt und erste einfachste Anwendungen wie das Teilchen im Kasten und der harmonische Oszillator besprochen. Nach der Behandlung von Drehimpulsen in der Quantenmechanik werden das Wasserstoffatom und nach Einführung grundlegender Näherungsverfahren auch Atome mit mehreren Elektronen betrachtet. Daran anschließend werden die Grundlagen der quantenmechanischen Behandlung von Molekülen, Clustern und Nanokristallen besprochen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • erlernen die Grundlagen der atomistischen Beschreibung der Materie auf Grundlage der Quantenmechanik und damit das Rüstzeug, um sich in quantenchemische Methoden wie sie in der Materialforschung eingesetzt werden, einzuarbeiten • verstehen die grundlegenden Prinzipien hinter Spektroskopiearten, wie Infrarot- oder UV/Vis-Spektroskopie, die in der Charakterisierung von Molekülen und molekularer Materialien verwendet werden 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	I.N. Levine, Quantum Chemistry, Prentice Hall, 2000	

P.W. Atkins, Molecular Quantum Mechanics, Oxford University Press,
2003

1	Modulbezeichnung 66670	Festkörperphysik Solid-State Physics	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 6 LA: Festkörperphysik (4 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard Neder	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sabine Maier
5	Inhalt	<p>Gittersystem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kristallstruktur und Chemische Bindung Bravais-Gitter; Kristallstrukturen, Symmetrien und Klassifizierung; reziprokes Gitter; Streuung am Gitter, Laue-Bedingung, Strukturfaktor, Streumethoden; chemische Bindung • Dynamik des Kristallgitters: Klassisches Modell: lineare ein- und zwei-atomare Ketten, Dispersionsrelation; Quantenmechanik: Phononen; • Thermodynamik des Phononensystems, Debye-Modell, Einstein-Modell; • Phononenspektroskopie • Elektronensystem • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Teilchen im Kasten, Fermi-Kugel, Fermi-Dirac-Statistik; Spezifische Wärme • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Blochtheorem; Fast freies Elektronengas, Bandstruktur; Tight-binding Bandstruktur; reale Bandstrukturen, Zustandsdichten; experimentelle Methoden zur Bestimmung der Bandstruktur • *Semiklassische Beschreibung* : Offene und abgeschlossene Bänder; semiklassische Bewegungsgleichungen, effektive Masse, Elektronen und Löcher • <ul style="list-style-type: none"> ◦ *Ladungstransport* Drude-Transport; Boltzmann-Formalismus; elektrische Leitfähigkeit • <ul style="list-style-type: none"> ◦ *Intrinsische Halbleiter* : Isolatoren; Ladungsträgerstatistik ◦ *Dotierte Halbleiter*: Ladungsträgerstatistik; Leitfähigkeit, Hall-Effekt ◦ *Halbleiter-Bauelemente*: pn-Übergang, Schottky-Kontakt, Feldeffekttransistor • Dielektrische Eigenschaften der Materie* *Magnetismus* • *Supraleitung* • Dielektrische Funktion • Lorentz-Oszillator, Drude-Modell (AC) • Paramagnetismus, Diamagnetismus; Magnetische Ordnung • Magnetismus lokalisierter Momente • Magnetismus freier Elektronen • Meißner-Ochsenfeld-Effekt, Eindringtiefe, London-Gleichungen, Supraleiter 1. und 2. Art

6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung des Gitter- und Elektronensystems von Festkörpern sowie von Transportphänomenen und Halbleitereigenschaften gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • kennen die grundlegenden Phänomene der dielektrischen und magnetischen Eigenschaften von Festkörpern sowie der Supraleitung • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Harald Ibach, Hans Lüth; Festkörperphysik - Einführung in die Grundlagen, 7. Auflage (2009); Springer, ISBN 978-3-540-85794-5 • Philip Hofmann, Einführung in die Festkörperphysik, Weinheim, Wiley-VCH, (2013), ISBN: 978-3-527-67463-3 • Charles Kittel; Einführung in die Festkörperphysik, 15. Auflage (2013), Oldenbourg Verlag, ISBN 978-3-486-59755-4 • Neil W. Ashcroft, David N. Mermin, Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag, 4. Auflage (2013), ISBN 978-3-486-71301-5, 1050 S. • Rudolf Gross, Achim Marx, Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag 2012, ISBN 978-3-486-71294-0 • Siegfried Hunklinger, Festkörperphysik, Oldenbourg, (2014) 4. Auflage, ISBN: 978-3-486-59045-6

1	Modulbezeichnung 66681	Experimentalphysik 1 Experimental physics 1	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Vojislav Krstic Prof. Dr. Alexander Schneider Prof. Dr. Heiko Weber
5	Inhalt	<p>Mechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messungen, Einheiten, Dimensionen, Größenordnungen • Bewegungen in einer Raumdimension • Bewegungen in drei Raumdimensionen • Newtonsche Gesetze: Kraft • Arbeit, Energie, Leistung • Schwerpunkt, Impuls, Stoßprozesse • Drehbewegungen • Gravitationsgesetz • Mechanik deformierbarer Körper, Flüssigkeiten, Gase <p>Schwingungen und Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ungedämpfte, gedämpfte sowie erzwungene Schwingungen • Überlagerung • Wellenausbreitung • Beugung • geometrische Optik <p>Thermodynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur, ideales Gas • Kinetische Gastheorie • Reales Gas, Phasendiagramm • Wärmekapazität, Schmelz-, Verdampfungsenergie • Wärmeleitung, Wärmestrahlung • Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrad
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen der Mechanik und Thermodynamik darstellen • haben ein grundlegendes Verständnis, wie Naturvorgänge auf grundlegende Naturgesetze zurückgeführt werden können • wenden in Übungen das erlernte Wissen auf spezielle Situationen und Fragestellungen der Mechanik und Thermodynamik an • besitzen grundlegende Kompetenz im analytischen Denken als Mittel zur exakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) PL: E-Prüfung im Antwort-Wahlverfahren (90 Min.)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Paul A. Tipler: Physik, Spektrum Akademischer Verlag (2009) Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer (2012) Gerthsen: Physik, Springer (2010)

1	Modulbezeichnung 66683	Experimentalphysik 2 Experimental Physics 2	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Experimentalphysik II für Materialwissenschaftler und Nanotechnologen (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik II für Materialwissenschaftler, Nanotechnologen und Integrated Life Sciences (3 SWS) Praktikum: Physikalisches Praktikum für Werkstoffwissenschaftler (2 SWS)	- 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Heiko Weber Dr. Jürgen Hößl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Vojislav Krstic Prof. Dr. Alexander Schneider	
5	Inhalt	*Elektrizität und Magnetismus:* <ul style="list-style-type: none"> • Ladung • elektrisches Feld • Strom • Magnetismus und instationäre Felder • Wechselströme *Nichtklassische Physik:* <ul style="list-style-type: none"> • Atomaufbau • Wellenmechanik • Röntgenstrahlung und Photonen • Atomkern *Festkörperphysik:* <ul style="list-style-type: none"> • Elektronische Zustände in Festkörpern • Elektr. Leitfähigkeit in Halbleitern • Halbleiterbauelemente *Moderne Physik:* <ul style="list-style-type: none"> • Energie-Masseäquivalenz • Quanteneigenschaften des Lichts • Quantenmechanik • Eindimensionale Potentiale • Atomphysik • Molekülphysik • Kern- und Elementarteilchenphysik 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können die Grundlagen der Elektrodynamik und ausgewählter Themen der modernen Physik darstellen • haben ein vertieftes Verständnis, wie Naturvorgänge auf grundlegende Naturgesetze zurückgeführt werden können • wenden in Übungen das erlernte Wissen auf spezielle Situationen und Fragestellungen der Elektrodynamik und weiterer Themen der modernen Physik an • besitzen vertiefte Kompetenz im analytischen Denken als Mittel zur exakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge 	

		<ul style="list-style-type: none"> • führen physikalische Messungen durch, werten diese aus und diskutieren die Ergebnisse
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Paul A. Tipler: Physik, Spektrum Akademischer Verlag (2009) Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer (2012) Gerthsen: Physik, Springer (2010)

1	Modulbezeichnung 67880	Mathematik für NT 1 Mathematics for NT 1	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Wigand Rathmann	
5	Inhalt	<p>*Grundlagen*</p> <p>Aussagenlogik, Mengen, Relationen, Abbildungen</p> <p>*Zahlensysteme*</p> <p>natürliche, ganze, rationale und reelle Zahlen, komplexe Zahlen</p> <p>*Vektorräume*</p> <p>Grundlagen, Lineare Abhängigkeit, Spann, Basis, Dimension, euklidische Vektor- und Untervektorräume, affine Räume</p> <p>*Matrizen, Lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme*</p> <p>Matrixalgebra, Lösungsstruktur linearer Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, inverse Matrizen, Matrixtypen, lineare Abbildungen, Determinanten, Kern und Bild, Eigenwerte und Eigenvektoren, Basis, Ausgleichsrechnung</p> <p>*Grundlagen Analysis einer Veränderlichen*</p> <p>Grenzwert, Stetigkeit, elementare Funktionen, Umkehrfunktionen</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären grundlegende Begriffe und Strukturen der Mathematik • erklären den Aufbau von Zahlensystemen im Allgemeinen und der Obengenannten im Speziellen • rechnen mit komplexen Zahlen in Normal- und Polardarstellung und Wechseln zwischen diesen Darstellungen • berechnen lineare Abhängigkeiten, Unterräume, Basen, Skalarprodukte, Determinanten • vergleichen Lösungsmethoden zu linearen Gleichungssystemen • bestimmen Lösungen zu Eigenwertproblemen • überprüfen Eigenschaften linearer Abbildungen und Matrizen • überprüfen die Konvergenz von Zahlenfolgen • ermitteln Grenzwerte und überprüfen Stetigkeit • entwickeln Beweise anhand grundlegender Beweismethoden aus den genannten Themenbereichen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich (90 Minuten) Übungsleistung
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Wiederholung der Prüfungen	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
15	Dauer des Moduls	1 Semester
16	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
17	Literaturhinweise	Skripte des Dozenten W. Merz, P. Knabner, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2013 Fried, Mathematik für Ingenieure I für Dummies I, Wiley A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, Pearson v. Finckenstein et.al: Arbeitsbuch Mathematik fuer Ingenieure: Band I Analysis und Lineare Algebra. Teubner-Verlag 2006, ISBN 9783835100343 Meyberg, K., Vachenaer, P.: Höhere Mathematik 1. 6. Auflage, Sprinbger-Verlag, Berlin, 2001

1	Modulbezeichnung 67891	Mathematik für NT 2 Mathematics for NT 2	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematik für Ingenieure D2: CBI, CEN, LSE, IP, MWT, NT (4 SWS) Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure D2: MWT, NT (2 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Wigand Rathmann Linus Fritsch	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger apl. Prof. Dr. Wilhelm Merz	
5	Inhalt	<p>*Differentialrechnung einer Veränderlichen*</p> <p>Ableitung mit Rechenregeln, Mittelwertsätze, LHospital, Taylor-Formel, Kurvendiskussion</p> <p>*Integralrechnung einer Veränderlichen*</p> <p>Riemann-Integral, Hauptsatz der Infinitesimalrechnung, Mittelwertsätze, Partialbruchzerlegung, uneigentliche Integration</p> <p>*Folgen und Reihen*</p> <p>reelle und komplexe Zahlenfolgen, Konvergenzbegriff und -sätze, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, iterative Lösung nichtlinearer Gleichungen</p> <p>*Grundlagen Analysis mehrerer Veränderlicher*</p> <p>Grenzwert, Stetigkeit, Differentiation, partielle Ableitungen, totale Ableitung, allgemeine Taylor-Formel</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Funktionen einer reellen Veränderlichen mit Hilfe der Differentialrechnung • berechnen Integrale von Funktionen mit einer reellen Veränderlichen • stellen technisch-naturwissenschaftliche Problemstellungen mit mathematischen Modellen dar und lösen diese • erklären den Konvergenzbegriff bei Folgen und Reihen • berechnen Grenzwerte und rechnen mit diesen • analysieren und klassifizieren Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher an Hand grundlegender Eigenschaften • wenden grundlegende Beweistechniken in o.g. Bereichen an • erkennen die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung schriftlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) schriftlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 84 h Eigenstudium: 141 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<p>Skripte des Dozenten</p> <p>M. Fried, Mathematik für Ingenieure I für Dummies und Mathematik für Ingenieure II für Dummies, Wiley</p> <p>W. Merz, P. Knabner, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2013</p> <p>K. Finck von Finckenstein, J. Lehn et. al., Arbeitsbuch für Ingenieure, Band I, Teubner</p> <p>A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, Pearson</p>

1	Modulbezeichnung 95798	Allgemeine und Anorganische Chemie für MWT/NT General and inorganic chemistry for MWT/NT	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sjoerd Harder Dr. Anton Neubrand	
5	Inhalt	<p>Allgemeine Chemie: Aufbau der Materie, Stöchiometrische Grundgesetze, Aggregatzustände, Gasgesetze und Atommassenbestimmung, Atombau und Periodensystem, Chemische Bindung, Molekülstrukturen (VSEPR, Hybridisierung), Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Chemische Reaktionen, Thermodynamik, Reaktionskinetik, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt, Säure-Base- Gleichgewichte, Elektrochemie, Regeln und Einheiten.</p> <p>Anorganische Chemie: Ausgewählte Hauptgruppenelemente mit den Schwerpunkten: Physikalische Eigenschaften, Vorkommen, Darstellung in Labor und Technik, Chemische Eigenschaften, wichtigste Verbindungen, Anwendungen in Natur und Technik. Chemische Terminologie und Nomenklatur.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden verstehen die Basiskonzepte und Methoden allgemeiner und anorganischer Chemie und beherrschen die zugrunde liegende Nomenklatur verstehen Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften verschiedener chemischer Verbindungen erwerben Fachkompetenzen und kritisches Verständnis der Chemie ausgewählter Hauptgruppenelemente des Periodensystems und können die Zusammenhänge zwischen ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften unter anwendungsorientierten Gesichtspunkten nachvollziehen bekommen einen ersten Einblick in den aktuellen Stand der Forschung in der anorganischen Chemie und deren Randbereiche.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Voraussetzungen für die Teilnahme an dem Praktikum: Erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung (Klausur) oder als Ersatz das Bestehen eines Eingangskolloquiums (Sicherheitsaspekte)	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Bachelor of Science Nanotechnologie 20232	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (45 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	