



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

AMTLICHE MITTEILUNGEN

VERKÜNDUNGSBLATT DER UNIVERSITÄT PADERBORN AM.UNI.PB

AUSGABE 07.24 VOM 14. MÄRZ 2024

BESONDERE BESTIMMUNGEN DER PRÜFUNGSORDNUNG FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG MATERIALS SCIENCE DER FAKULTÄT FÜR NATURWISSENSCHAFTEN AN DER UNIVERSITÄT PADERBORN

VOM 14. MÄRZ 2024

**Besondere Bestimmungen der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Materials Science
der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn**

vom 14. März 2024

Aufgrund des § 2 Absatz 4 und des § 64 Absatz 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 16. September 2014 (GV.NRW. S. 547), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 5. Dezember 2023 (GV. NRW. S. 1278), hat die Universität Paderborn folgende Ordnung erlassen:

Inhalt

§ 31 Allgemeine und Besondere Bestimmungen	3
§ 32 Erwerb von Kompetenzen und Sprachenregelung.....	3
§ 33 Akademischer Grad	3
§ 34 Studienbeginn	4
§ 35 Zugangsvoraussetzungen.....	4
§ 36 Gliederung, Studieninhalte, Module	5
§ 37 Teilnahmevoraussetzungen, Zulassung.....	6
§ 38 Prüfende	6
§ 39 Leistungen in den Modulen	6
§ 40 Masterarbeit	8
§ 41 Gesamtnote	8
§ 42 Zusatzleistungen.....	8
§ 43 Wiederholung von Prüfungsleistungen.....	8
§ 44 Übergangsbestimmungen.....	8
§ 45 Inkrafttreten, Außerkrafttreten und Veröffentlichung	9
Anhang 1: Studienverlaufsplan	10
Anhang 2: Modulbeschreibungen	11

§ 31 Allgemeine und Besondere Bestimmungen

Diese Besonderen Bestimmungen gelten in Verbindung mit den Allgemeinen Bestimmungen für die Prüfungsordnungen der Masterstudiengänge der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn in der jeweils geltenden Fassung (Allgemeine Bestimmungen). Für einen sachgerechten Aufbau des Studiums befindet sich im Anhang ein Studienverlaufsplan. Einzelheiten zu den Modulen können den Modulbeschreibungen im Anhang entnommen werden, die Teil dieser Besonderen Bestimmungen sind.

§ 32 Erwerb von Kompetenzen und Sprachenregelung

- (1) Das Studium vermittelt vertiefte Kenntnisse, Fertigkeiten und Methoden in den Materialwissenschaften. Der Schwerpunkt liegt insbesondere auf dem molekularen Verständnis der Materie und davon ausgehend, lernen die Studierenden die gesamte Prozesskette kennen vom Design mittels atomistischer Simulation bis hin zum makroskopischen Material. In zwei jeweils überwiegend chemisch bzw. physikalisch ausgerichteten praktischen Kursen und in einer Ringvorlesung werden verschiedenste Analyse- und Charakterisierungstechniken sowie Synthesemethoden vorgestellt und durch die Studierenden angewendet.

Die Absolventinnen und Absolventen sind somit befähigt, selbstständig mit hoher wissenschaftlicher Qualifikation Fragestellungen auf dem Gebiet der Materialwissenschaften zu bearbeiten und kritisch zu bewerten. Durch eine entsprechende Schwerpunktsetzung im Wahlpflichtbereich kann eine Profilbildung in den Bereichen Materialanalyse und -simulation, sowie nachhaltige Materialien und Nanotechnologie erfolgen.

Eine der Stärken dieses Studiengangs ist die hohe interdisziplinäre Ausrichtung durch die Beteiligung der Fakultäten für Naturwissenschaften (Chemie/Physik), Maschinenbau und Elektrotechnik, Informatik und Mathematik. Das ermöglicht ein umfangreiches Lehrangebot und eine große Palette an Wahlpflichtmodulen. Die Inhalte werden somit aus verschiedenen Blickwinkeln vermittelt, wodurch die Studierenden im späteren Berufsleben in fachübergreifenden Teams aus Naturwissenschaftlern und Ingenieuren angemessen kommunizieren können. Grundsätzlich handelt es sich um einen wissenschaftsbasiert ausgerichteten Studiengang, der nicht nur zu einer Tätigkeit in der (forschenden) Industrie befähigt, sondern auch eine wissenschaftliche Karriere mit einer anschließenden Promotion eröffnet.

Aktuelle Themen wie nachhaltige Materialien, additive Fertigungsmethoden oder maschinelles Lernen/künstliche Intelligenz sind ebenso zentrale Bestandteile dieses Studienangebots und können durch entsprechende Kurswahl vertieft werden. Die jeweiligen Inhalte der Lehrveranstaltungen sind in den Modulbeschreibungen detailliert dargestellt.

- (2) Masterstudium und Masterprüfung finden in englischer Sprache statt. Alle Prüfungen werden ebenfalls in dieser Sprache durchgeführt.

§ 33 Akademischer Grad

Aufgrund des erfolgreichen Abschlusses des Masterstudiums wird der akademische Grad „Master of Science“ (M.Sc.) verliehen.

§ 34

Studienbeginn

Das Studium kann nur zum Wintersemester aufgenommen werden.

§ 35

Zugangsvoraussetzungen

- (1) Das Studium setzt in Umsetzung des § 5 der Allgemeinen Bestimmungen einen Studienabschluss voraus, der nachfolgend beschriebene Kompetenzen beinhaltet:
 - a) Physikalische Grundlagen: Beherrschung der Grundlagen der Mechanik, Thermodynamik, Elektrodynamik, der Atomphysik, der Quantenmechanik und der Festkörperphysik, verbunden mit der Fähigkeit zur Modellbildung und abstrakten mathematischen Formulierung physikalischer Sachverhalte.
 - b) Praktika: Erkennen und Extrahieren wesentlicher naturwissenschaftlicher Zusammenhänge anhand selbst durchgeführter Experimente, Protokollierung und kritischer Auswertung der Versuchsergebnisse. Sicherer Umgang mit grundlegenden chemischen, physikalischen oder materialwissenschaftlichen Versuchsaufbauten und Messmethoden.
 - c) Chemische Grundlagen: Beherrschung der Grundlagen der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie, der stofflichen Systematik, der Energetik, der Bindungslehre, der grundlegenden spektroskopischen Verfahren.
 - d) Höhere Mathematik: Beherrschung der grundlegenden mathematischen Konzepte und Methoden, die zum Verständnis und zur Lösung von Problemen im Masterstudium Materials Science benötigt werden. Hierbei handelt es sich um fundierte Kenntnisse in den Bereichen Lineare Algebra, Analysis, Fourier-Reihen, Differentialgleichungen, Vektoranalysis.
- (2) Die Feststellung über die Voraussetzungen trifft der Prüfungsausschuss. Fehlen Kompetenzen oder Studienanteile, so kann die Einschreibung mit der Auflage erfolgen, diese durch angemessene Studien nachzuholen und durch das Bestehen zugehöriger Prüfungen bis zur Meldung zur Masterarbeit nachzuweisen. Die Entscheidung hierüber sowie über Art und Umfang der Studien und Prüfungen trifft der Prüfungsausschuss auf der Grundlage des vorangegangenen Studienabschlusses. Die fehlenden und nachzuholenden Kompetenzen oder Studienanteile dürfen 30 LP nicht überschreiten. Die Studien und Prüfungen sollten im ersten Semester des Masterstudiengangs erbracht werden.
- (3) Der Bachelor-Studienabschluss muss mit einer Gesamtnote von mindestens 3,0 (oder einer äquivalenten ausländischen Abschlussnote) erfolgt sein.
- (4) Über die in § 5 der Allgemeinen Bestimmungen genannten Voraussetzungen hinaus besteht folgende weitere Zugangsvoraussetzung:
Englische Sprachkenntnisse gemäß Europäischem Referenzrahmen für Sprachen mit mindestens der Niveaustufe B2.
Die Englischkenntnisse können insbesondere nachgewiesen werden durch Abiturzeugnisse, auf denen das Niveau B 2 ausgewiesen ist oder durch Abiturzeugnisse aus NRW, aus denen sich ergibt, dass Englisch als fortgeführte Fremdsprache mindestens am Ende der Qualifikationsphase 1 der gymnasialen Oberstufe mit mindestens ausreichenden Leistungen bzw. 5 Punkten (Grundkurs oder Leistungskurs) abgeschlossen wurde. Ferner können die Englischkenntnisse z.B. durch den TOEFL (internet-based, 87 Punkte), IELTS (5.5), Cambridge ESOL (FCE) oder UNICert II oder durch ein gleichwertiges Zertifikat nachgewiesen werden. Das vorgelegte Zertifikat darf nicht älter als maximal

zwei Jahre sein, gerechnet ab Beginn des Semesters, zu dem die Einschreibung beantragt wird. Der Nachweis der Sprachkenntnisse ist Voraussetzung für die Einschreibung.

- (5) Für den Fall, dass die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber in dem bisherigen Studiengang an einer Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes eine nach der Prüfungsordnung erforderliche Prüfung endgültig nicht bestanden hat und der bisherige Studiengang eine erhebliche inhaltliche Nähe zu dem Masterstudiengang Materials Science aufweist, wird die Einschreibung unter den Voraussetzungen des § 5 Absatz 3 der Allgemeinen Bestimmungen versagt.

§ 36

Gliederung, Studieninhalte, Module

- (1) Im Masterstudiengang Materials Science sind folgende Module zu absolvieren:

Pflichtmodule:

- Modul 1: General Concepts in Materials Science (10 LP)
- Modul 2: Atomistic Materials Modeling (6 LP)
- Modul 3: Nanomaterials (5 LP)
- Modul 4: Materials Analysis (5 LP)
- Modul 5: Laboratory Course on Materials Physics and Analysis (6 LP)
- Modul 6: Laboratory Course on Materials Chemistry and Analysis (5 LP)
- Modul 7: Sustainable Materials and Processes (6 LP)
- Modul 8: Project based Course (8 LP)
- Modul 9: Master Thesis (30 LP)

Wahlpflichtmodule:

[Wahlpflichtbereich 1: Materials Analysis]

- Modul 10: Advanced Electron Microscopy (6 LP)
- Modul 11: Ion Beam Analysis of Materials (6 LP)
- Modul 12: Time resolved Spectroscopy (5 LP)
- Modul 13: Surface and Interface Analysis (5 LP)

[Wahlpflichtbereich 2: Theoretical and Computational Materials Science]

- Modul 14: Atomistic Dynamics and Artificial Intelligence in Materials Science (6 LP)
- Modul 15: Computational Spectroscopy (6 LP)
- Modul 16: Simulation of Materials at the Meso- and Macroscale (6 LP)
- Modul 17: Spintronics (6 LP)

[Wahlpflichtbereich 3: Advanced Materials and Biomaterials]

- Modul 18: Particles and Composites (5 LP)
- Modul 19: Additive Manufacturing (5 LP)
- Modul 20: Sustainable Electrochemistry (6 LP)
- Modul 21: Biomaterials (5 LP)

[Wahlpflichtbereich 4: Nanomaterials and Nanotechnology]

- Modul 22: Functional Materials (6 LP)
- Modul 23: Photonic Nanostructures (6 LP)
- Modul 24: Micro Electromechanical Systems (6 LP)
- Modul 25: Semiconductor Epitaxy (6 LP)
- Modul 26: Semiconductor Technology (6 LP)
- Modul 27: Solid-State Materials Chemistry (6 LP)

- (2) Im Wahlpflichtbereich gibt es vier thematische Schwerpunkte, deren Inhalt der vorstehenden Übersicht zu entnehmen ist. Aus drei von diesen vier Bereichen ist mindestens ein Modul zu wählen. Insgesamt müssen im Wahlpflichtbereich drei Module mit 5 LP und vier Module mit 6 LP belegt werden. Darüber hinaus obliegt die Schwerpunktsetzung den Studierenden.
- (3) Wählen die Studierenden in der Mehrzahl Module aus den Wahlpflichtbereichen 1 und 2 bzw. 3 und 4 wird auf dem Masterzeugnis eine entsprechende Profilbildung durch die Zusatzbezeichnung „Materials Analysis and Simulation“ („Materialanalytik und Simulation“) bzw. „Sustainable Materials and Nanotechnology“ („Nachhaltige Materialien und Nanotechnologie“) ausgewiesen.

**§ 37
Teilnahmevoraussetzungen, Zulassung**

- (1) Teilnahmevoraussetzungen für ein Modul gemäß § 7 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen regeln die Modulbeschreibungen.
- (2) Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer zum Zeitpunkt des Antrags auf Zulassung an der Universität Paderborn für den Masterstudiengang Materials Science eingeschrieben oder gemäß § 52 HG als Zweithörerin bzw. Zweithörer zugelassen ist und alle LP des Curriculums mit Ausnahme von bis zu 12 LP, die sich nicht auf Praktika beziehen, erworben hat. Auch während der Prüfungen müssen diese Voraussetzungen gegeben sein.
- (3) Weitere Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen gemäß § 12 Absatz 2 der Allgemeinen Bestimmungen werden in den Modulbeschreibungen geregelt.

§ 38 Prüfende

Der Kreis der Prüfenden kann im Rahmen des § 65 HG erweitert werden.

**§ 39
Leistungen in den Modulen**

- (1) In den Modulen sind Leistungen nach Maßgabe der Modulbeschreibungen zu erbringen.
- (2) Prüfungsleistungen werden gemäß § 15 der Allgemeinen Bestimmungen in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen oder in anderen Formen erbracht. Folgende andere Formen sind insbesondere vorgesehen:
 1. Projektbericht:

Hier sollen die Studierenden die wesentlichen Ergebnisse ihres Projektstudiums angemessen darstellen und kritisch diskutieren. Die äußere Form und der Inhalt des Berichts soll an eine

Publikation in einer Fachzeitschrift angelehnt sein, damit die Studierenden bereits in der Ausbildung die Veröffentlichung von Forschungsdaten in internationalen Journals kennen lernen.

2. Seminarbericht:

Die Studierenden erstellen jeweils einen Bericht, einschließlich der kritischen Auswertung und fachlich angemessenen Diskussion von Originaldaten aus Praktikumsversuchen; aufgebaut in Analogie zu einer wissenschaftlichen Veröffentlichung. Die Prüfungsleistung besteht aus der Bewertung der Qualität dieser Berichte vor dem Hintergrund des erlernten Wissens aus dem zugehörigen Seminar.

3. Gesamtheit der Versuche: Die Versuchsdurchführung besteht aus mehreren Teilleistungen:

- Ein unbenotetes Antestat vor dem Versuch, in dem die Vorbereitung des Experiments in Theorie und Praxis, sowie die Kenntnis der notwendigen Sicherheitsvorschriften überprüft wird die sinnvolle Durchführung des Experiments einschließlich der Messdatenaufnahme
- ein unbenotetes kurzes Gespräch nach dem Versuch über die Ergebnisse und aufgetretene Probleme bei der Durchführung
- ein benotetes Protokoll, dass kurz den theoretischen Hintergrund und die Durchführung des Experiments beleuchtet und schwerpunktmäßig die Auswertung der Daten und deren kritischen Diskussion beinhalten soll. Ein Praktikum besteht aus mehreren einzelnen Versuchen, die alle bearbeitet werden müssen. Die Gesamtnote des Praktikums wird aus dem Mittelwert aller Protokollnoten gebildet.

4. Vortrag: Hier sollen die Studierenden ein aktuelles Forschungsthema an Hand von (vorgegebenen) Veröffentlichungen für eine interdisziplinäre Zuhörerschaft aufbereiten und wissenschaftlich angemessen exemplarisch referieren.

Näheres regeln die Modulbeschreibungen.

(3) Die Dauer einer Klausur beträgt 60 bis 180 Minuten.

Die Dauer einer mündlichen Prüfung beträgt ca. 30 bis 45 Minuten.

Die Dauer eines Vortrags beträgt 15 bis 45 Minuten.

Der Umfang eines Projektberichts beträgt 30 bis 50 Seiten.

Ein Seminarbericht soll einen Seitenumfang von 2 bis 3 Seiten haben.

Der Umfang eines Praktikumsprotokolls beträgt 5 bis 10 Seiten, wobei der Schwerpunkt auf der Auswertung und Diskussion der Ergebnisse liegen soll.

Näheres regeln die Modulbeschreibungen.

(4) Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben zu Form, Dauer oder Umfang von Prüfungsleistungen enthalten sind, setzt der Prüfungsausschuss im Benehmen mit der bzw. dem Prüfenden fest, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.

(5) Als Studienleistung kommt insbesondere in Betracht:

- Vortrag zu einem exemplarischen Thema (max. 30 Minuten)
- Protokoll zu Praktikumsversuchen (ca. 4.000 Wörter)

Näheres regeln die Modulbeschreibungen. Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben enthalten sind, setzt die bzw. der jeweilige Lehrende fest, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.

- (6) Anwesenheitsobliegenheiten werden in den Modulbeschreibungen geregelt.

§ 40 Masterarbeit

- (1) Die Masterarbeit soll einen Umfang von 50 bis 100 Seiten haben. Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt 20 Wochen. Beträgt die Dauer weniger als 16 Wochen, so muss dies durch die Betreuerin bzw. den Betreuer schriftlich begründet werden.
- (2) Eine mündliche Verteidigung gemäß § 19 der Allgemeinen Bestimmungen ist erforderlich. Die mündliche Verteidigung dauert 30-45 Minuten. Bei der mündlichen Verteidigung der Masterarbeit soll die Kandidatin oder der Kandidat diese in ihren thematischen Schwerpunkten und Ergebnissen vorstellen und erläutern (ca. 20 Min.). Dem schließt sich eine Diskussion an. Masterarbeit und mündliche Verteidigung haben eine Gewichtung von 4:1 bei der Bildung der Note für das Abschlussmodul.

§ 41 Gesamtnote

Die Gesamtnote wird gemäß § 21 der Allgemeinen Bestimmungen gebildet.

§ 42 Zusatzleistungen

Studierende können Zusatzleistungen gemäß § 20 der Allgemeinen Bestimmungen in nicht teilnehmerbegrenzten Modulen des Studiengangs erbringen.

§ 43 Wiederholung von Prüfungsleistungen

Eine nicht bestandene Modulabschlussprüfung bzw. Modulteilprüfung kann dreimal wiederholt werden.

§ 44 Übergangsbestimmungen

- (1) Diese Besonderen Bestimmungen gelten für alle Studierenden, die ab dem Wintersemester 2024/2025 erstmalig für den Masterstudiengang Materials Science der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn eingeschrieben werden.
- (2) Studierende, die vor dem Wintersemester 2024/2025 an der Universität Paderborn für den Masterstudiengang Materials Science eingeschrieben worden sind, legen ihre Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen letztmalig im Wintersemester 2026/2027 nach der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Materials Science der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn in der Fassung vom 16. Juni 2017 (AM.Uni.Pb. 45.17), zuletzt geändert durch Satzung vom 23. März 2018 (AM.Uni.Pb. 05.18) ab. Danach wird die Masterprüfung einschließlich Wiederholungsprüfungen nach diesen Besonderen Bestimmungen abgelegt. Auf Antrag beim Prüfungsausschuss kann bereits vorher in diese Besonderen Bestimmungen gewechselt werden. Der Antrag ist unwiderruflich.

§ 45

Inkrafttreten, Außerkrafttreten und Veröffentlichung

- (1) Die Besonderen Bestimmungen treten am 1. Oktober 2024 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Materials Science der Fakultät für Naturwissenschaften an der Universität Paderborn in der Fassung vom 23. März 2018 (AM.Uni.Pb. 05.18) außer Kraft. § 44 bleibt unberührt.
- (2) Die Besonderen Bestimmungen werden in den Amtlichen Mitteilungen der Universität Paderborn (AM.Uni.Pb.) veröffentlicht.
- (3) Gemäß § 12 Absatz 5 HG kann nach Ablauf eines Jahres seit der Bekanntmachung dieser Ordnung gegen diese Ordnung die Verletzung von Verfahrens- oder Formvorschriften des Hochschulgesetzes oder des Ordnungs- oder des sonstigen autonomen Rechts der Hochschule nicht mehr geltend gemacht werden, es sei denn,
 1. die Ordnung ist nicht ordnungsgemäß bekannt gemacht worden,
 2. das Präsidium hat den Beschluss des die Ordnung beschließenden Gremiums vorher beanstandet,
 3. der Form- oder Verfahrensmangel ist gegenüber der Hochschule vorher gerügt und dabei die verletzte Rechtsvorschrift und die Tatsache bezeichnet worden, die den Mangel ergibt, oder
 4. bei der öffentlichen Bekanntmachung der Ordnung ist auf die Rechtsfolge des Rügeausschlusses nicht hingewiesen worden.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät für Naturwissenschaften vom 14. Juni 2023 sowie nach Prüfung der Rechtmäßigkeit durch das Präsidium der Universität Paderborn vom 12. Juli 2023.

Paderborn, den 14. März 2024

Die Präsidentin
der Universität Paderborn

Professorin Dr. Birgitt Riegraf

Anhang 1:
Studienverlaufsplan

Semester	Modul	LP	Workload (h)
1.	General Concepts of Materials Science	10	300
	Atomistic Materials Modeling	6	180
	Nanomaterials	5	150
	Materials Analysis	5	150
	Variante A: ein Modul aus Wahlpflichtbereich mit 5 LP	5	150
	Variante B: ein Modul aus Wahlpflichtbereich mit 6 LP	6	180
Summe		31 bzw. 32	930 bzw. 960
2.	Laboratory course on Materials Physics and Analysis	6	180
	Variante A: drei Module aus Wahlpflichtbereich mit 6 LP und ein Modul mit 5 LP	23	690
	Variante B: zwei Module aus Wahlpflichtbereich mit 6 LP und zwei Module mit 5 LP	22	660
Summe		29 bzw. 28	870 bzw. 840
3.	Laboratory course on Materials Chemistry and Analysis	5	150
	Project based Course	8	240
	Sustainable Materials and Processes	6	180
	Variante A und B: ein Modul aus Wahlpflichtbereich mit 5 LP und ein Modul aus Wahlpflichtbereich mit 6 LP	11	330
Summe		30	900
4.	Master Thesis	30	900
Summe		30	900

Anhang 2: Modulbeschreibungen

	<ul style="list-style-type: none"> • Energieverteilung im schwarzen Strahler • Wirkung als mechanische Größe • Wirkung des harmonischen Oszillators • Das Planck'sche Wirkungsquantum • Das Bohrsche Atommodell • Welle-Teilchen Dualismus • Die Schrödinger Gleichung • Operatoren • Eigenfunktionen und Eigenwerte • Physikalische Deutung der Wellenamplitude • Dreidimensionale Wellen • Das Teilchen im Kasten • Weitere Beispiele aus der Atom- und Molekülphysik • Wie strahlen Atome und Moleküle • Die Heisenbergsche Unschärferelation 								
5	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:</p> <p>I: Die Studierenden erwerben in der Vorlesung Kenntnisse über wesentliche und fortgeschrittene Konzepte der Materialwissenschaften auf der Basis physikalischer und chemischer Grundkonzepte. Die Vorlesung ermöglicht Einsteigern aus naturwissenschaftlichen Fächern das Kennenlernen der dort nicht behandelten materialwissenschaftlichen Grundlagen und vertieft bei Studierenden mit Abschluss in Materialwissenschaften die naturwissenschaftlichen Hintergründe.</p> <p>II: Unter Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung der Quantenmechanik aus der klassischen Mechanik, werden die Studierenden vertraut gemacht mit den Grundlagen der Quantenmechanik. Die Einführung setzt dabei einen Schwerpunkt auf die mathematischen und physikalischen Grundlagen, die für einen Einstieg in die Quantenmechanik erforderlich sind. Darauf aufbauend werden anhand weniger Beispiele aus der Molekülphysik und der Interaktion von elektromagnetischen Wellen mit atomistischen Teilchen erste Anwendungen der Quantenmechanik aufgezeigt. Die Studierenden werden so in die Lage versetzt, jederzeit vertiefende Studien in der Quantenmechanik durchzuführen.</p> <p>In den jeweiligen Übungen wenden die Studierenden die in den Vorlesungen erlernten Inhalte auf einfache Problemstellungen an und präsentieren ihre Lösungen z. B. durch Präsentation an der Tafel. Sie üben sich so in sprachlich und logisch korrekter Argumentation und der Fähigkeit, wissenschaftliche Sachverhalte angemessen darzustellen.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p>[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">zu</th> <th style="background-color: #cccccc;">Prüfungsform</th> <th style="background-color: #cccccc;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="background-color: #cccccc;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>la-IIb</td> <td>Klausur oder Mündliche Prüfung</td> <td>120-180 min. 30-45 min.</td> <td>100 %</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	la-IIb	Klausur oder Mündliche Prüfung	120-180 min. 30-45 min.	100 %
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
la-IIb	Klausur oder Mündliche Prüfung	120-180 min. 30-45 min.	100 %						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>keine</p>								

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Mirko Schaper / N. N. (Dozenten der Physikalischen Chemie)
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: I: W. D. Callister, D. G. Rethwisch; Materials Science and Engineering, Wiley II: P. W. Atkins, Physical Chemistry, Wiley

Atomistic Materials Modeling									
Atomistic Materials Modeling									
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:		
2	180	6	1.	WS	1	en	P		
1	Modulstruktur:								
		Lehrveranstaltung		Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)		
	a	Atomistic Materials Modeling		V	30	60	P ca. 120		
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:								
	keine								
3	Teilnahmevoraussetzungen:								
	keine								
4	Inhalte:								
	<ul style="list-style-type: none"> Elemente der Quantentheorie von Molekülen und Festkörpern Grundlagen elektronischer Strukturrechnungen Dichtefunktionaltheorie Basissätze und Pseudopotentiale Berechnung struktureller und vibrationeller Eigenschaften und thermodynamischer Größen von Molekülen und Festkörpern 								
5	Lernergebnisse / Kompetenzen:								
	Befähigung zur selbstständigen atomistischen Materialsimulation mit Standardmethoden der Theoretischen Materialphysik:								
	Die Studierenden								
	<ul style="list-style-type: none"> verstehen die grundlegenden Methoden der atomistischen Materialsimulation und deren Anwendungsbereiche und Limitierungen, sie kennen die relevante Nomenklatur, sind fähig, geeignete Methoden zur Strukturaufklärung von Molekülen, Festkörper und Nanostrukturen zu identifizieren, beherrschen gängige Programmpakete der atomistischen Strukturaufklärung wie z.B. Gaussian und Quantum Espresso einschließlich der Bestimmung sinnvoller numerischer Parameter und Basisätze, besitzen die Fähigkeit, die berechneten Ergebnisse im Vergleich mit Daten aus der Originalliteratur zu diskutieren und auszuwerten. 								
6	Prüfungsleistung:								
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)		<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)				
	zu	Prüfungsform			Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
	a) und b)	Klausur oder Mündliche Prüfung			120-180 Min. 30-45 Min.	100 %			

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Physik
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Wolf Gero Schmidt / Prof. Dr. Arno Schindlmayr
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: K. Ohno, K. Esfarjani, Y. Kawazoe: <i>Computational Materials Science: From Ab Initio to Monte Carlo Methods</i> , 2. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2018, DOI:10.1007/978-3-662-56542-1 J. G. Lee: <i>Computational Materials Science: An Introduction</i> , 2. Auflage, CRC Press, Boca Raton, 2016, DOI:10.1201/9781315368429

6	Prüfungsleistung:			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)	<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)	
zu	Prüfungsform		Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a) und b)	Klausur oder Mündliche Prüfung		120 – 180 Min. 30-45 Min.	100 %
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Physik			
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Jörg Lindner / Prof. Dr. Dirk Reuter			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: B. Bhushan (ed.): Springer Handbook of Nanotechnology Materials Research Society Bulletin, Selected Issues; Cambridge University Press			

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Guido Grundmeier / Prof. Dr. Jörg Lindner
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: Die Dozenten stellen den Studierenden die relevante Literatur bzw. die Literaturhinweise für die jeweilige Thematik rechtzeitig vor der Vorlesung zur Verfügung.

	<p>einzuordnen. Durch das Protokollieren der Ergebnisse erwerben die Studierenden schriftliche Präsentationskompetenz in Vorbereitung auf das spätere Anfertigen wissenschaftlicher Abhandlungen. Ferner verbessern die Studierenden ihre Teamfähigkeit durch die Bearbeitung von Problemstellungen in Kleingruppen.</p> <p>II: Anhand von konkreten Daten und Beispielen aus den im Materials Science Master behandelten Forschungsbereichen lernen die Studierenden, wie man mit wissenschaftlichen Daten arbeitet und wie man wissenschaftliche Ergebnisse gemäß den Richtlinien für gutes wissenschaftliches Verhalten richtig sammelt und kommuniziert. Die hier erlernten Fähigkeiten sollen zur Entwicklung eines kritischen Denkens und eines tiefen Verständnisses führen, was die Anwendung der wissenschaftlichen Methode impliziert.</p>												
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td><td>Gesamtheit der Versuche</td><td>3</td><td>83%</td></tr> <tr> <td>II</td><td>Klausur oder Seminarbericht</td><td>ca. 90 Min. 2-3 Seiten</td><td>17%</td></tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	I	Gesamtheit der Versuche	3	83%	II	Klausur oder Seminarbericht	ca. 90 Min. 2-3 Seiten	17%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote										
I	Gesamtheit der Versuche	3	83%										
II	Klausur oder Seminarbericht	ca. 90 Min. 2-3 Seiten	17%										
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine</p>												
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>I: Die Anwesenheit an den Versuchstagen ist jeweils verpflichtend.</p>												
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>												
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>												
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>keine</p>												
12	<p>Modulbeauftragte:</p> <p>Prof. Dr. Jörg Lindner / Prof. Dr. Guido Grundmeier / PD Dr. Teresa de los Arcos</p>												
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>keine</p>												
14	<p>Empfohlene Literatur:</p> <p>Zu I) Die genaue Literatur für jeden Kurs wird direkt von den jeweiligen Tutoren bekannt gegeben. Beispielhafte Literatur zu relevanten Themen ist die folgende:</p> <p>XRD: Harrington, Santiso - Back-to-Basics tutorial - X-ray diffraction of thin films- Journal of Electroceramics 47, 141-163 (2021)</p> <p>Ellipsometry: HG Tompkins and WA McGahan. Spectroscopic ellipsometry and reflectometry. John Wiley and Sons (1999)</p> <p>Supercapacitors:</p>												

Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications, B.E. Conway, 1999.
ISBN: 978-1-4757-3058-6.

Advances in Supercapacitor and Supercapattery: Innovations in Energy Storage Devices, M. Khalid, ISBN: 9780128198971

Zu II)

Wiltsche, „Einführung in die Wissenschaftstheorie“, UTB Verlag, 2021;

DFG Kodex „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“;

Kovac, „The ethical chemist: Professionalism and ethics in science“, Oxford University Press, 2018;

Hepburn & Andersen, „Scientific method“, 2015;

Meier & Zünd, „Statistical methods in analytical chemistry“. John Wiley & Sons, 2005.

6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Gesamtheit der Versuche		3	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: Die Anwesenheit an den Versuchstagen ist jeweils verpflichtend.			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Guido Grundmeier / Prof. Dr. Jörg Lindner / PD Dr. Teresa de los Arcos			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: Die genaue Literatur für jeden Versuch wird direkt von den jeweiligen Tutoren bekannt gegeben. Beispielhafte Literatur zu relevanten Themen ist die folgende: AFM: Greg Haugstad. "Atomic Force Microscopy: Understanding Basic Modes and Advanced Applications". 2012 John Wiley & Sons, Inc FTIR: W. Suetaka. "Surface Infrared and Raman Spectroscopy". 2014 Springer Grundlagen der NMR: James Keeler, Understanding NMR Spectroscopy, Wiley 2004. Anwendung der Festkörper-NMR: T. Polenova et al., Magic Angle Spinning NMR Spectroscopy: A Versatile Technique for Structural and Dynamic Analysis of Solid-Phase Systems, Anal. Chem. 2015, 87, 5458. Polymere & Nanopartikel: J. P. Rao, K. E. Geckeler, Progr. Polym. Sci. 2011, 36, 887-913 C. S. Chern, Progr. Polym. Sci. 2006, 31, 443-486 S. C. Thickett, R. G. Gilbert, Polymer 2007, 48, 6965-6991 D. Kuckling, A. Doering, F. Krahl, and K.-F. Arndt: Stimuli-Responsive Polymer Systems. In: K. Matyjaszewski and M. Möller (eds.) Polymer Science: A Comprehensive Reference 2012, 8, 377-413. Amsterdam: Elsevier BV. Q.-S. Zhang, L.-S. Zha, J.-H. Ma, B.-R. Liang, J. Appl. Polym. Sci. 2007, 103, 2962-2967 Batterien: Beard, Kirby W. Linden's handbook of batteries. McGraw-Hill Education, 2019. Winter, Martin, and Ralph J. Brodd. "What are batteries, fuel cells, and supercapacitors?." Chemical reviews 104.10 (2004): 4245-4270. Andere: Lazarides et al Making Hydrogen from Water Using a Homogeneous System Without Noble Metals. J. AM. CHEM. SOC. 2009, 131, 9192–9194 10.1021/ja903044n			

Sustainable Materials and Processes									
Sustainable Materials and Processes									
Modulnummer:	Workload (h):	LP:	Studiensemester:	Turnus:	Dauer (in Sem.):	Sprache:	P/WP:		
7	180	6	3.	WS	1	en	P		
1	Modulstruktur:								
	Lehrveranstaltung			Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)		
I	Synthesis of Sustainable Materials and Green Processes			V	30	45	P		
IIa	Applied Electrochemistry			V	30	45	P		
IIb	Applied Electrochemistry			Ü	15	15	P		
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:								
	keine								
3	Teilnahmevoraussetzungen:								
	keine								
	II: Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse in elektrochemischer Thermodynamik und Kinetik								
4	Inhalte:								
	I: Ringvorlesung: Konzepte und Beispiele nachhaltiger Syntheserouten von Materialien und Beschichtungen: Legierungsherstellung, Polymersynthese, Komposite, Sol-Gel Chemie, Abscheidung dünner Schichten (z.B. Elektrodeposition, CVD, PVD und PECVD-Prozesse), Vakuumprozesstechnik, nachwachsende Rohstoffe, Grundkonzepte von „Green Chemistry“ und „Life Cycle Assessment“, Nachhaltige Verarbeitung von Materialien.								
	II: Elektronentransferprozesse, Halbleiterelektrochemie, fortgeschrittene elektrochemische Analytik, Grundlagen der Elektrokatalyse und elektrochemischen Synthese, elektrochemische Oberflächentechnologien und Nanotechnologien, wässrige Korrosion, elektrochemische Wasserreinigung und Rückgewinnung von Metallen.								
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:								
	I: Die Studierenden verfügen über breite Kenntnisse auf dem Gebiet der Synthese und Prozessierung nachhaltiger Materialien. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis im Bereich der Einschätzung von Nachhaltigkeitskonzepten der Werkstoffentwicklung.								
	II: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet komplexer elektrochemischer Prozesse an Festkörpergrenzflächen. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der integralen und lokalen elektrochemischen Analytik an Grenzflächen sowie der Anwendung nachhaltiger elektrochemischer Prozesse in der Materialsynthese, Nanotechnologie, Oberflächentechnologie und Rückgewinnung von Stoffen.								
6	Prüfungsleistung:								
	[x] Modulabschlussprüfung (MAP)		[] Modulprüfung (MP)		[] Modulteilprüfungen (MTP)				
zu	Prüfungsform				Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
la bis IIb	Klausur oder mündliche Prüfung				120 Min. 30-45 Min.	100%			

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung oder die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Guido Grundmeier / Jun.-Prof. Dr. Hans-Georg Steinrück
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: I: Aktuelle Übersichtsartikel zu den wechselnden Themen werden durch die Lehrenden vor der jeweiligen Vorlesung angegeben. II: C. H. Hamann, W. Vielstich: <i>Elektrochemie</i> , Wiley-VCH; W. Schmickler, E. Santos: <i>Interfacial Electrochemistry</i> , Springer K. Oldham, J. Myland, A. Bond: <i>Electrochemical Science and Technology: Fundamentals and Applications</i> , Wiley.

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Guido Grundmeier / Prof. Dr. Jörg Lindner
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: Individuelle Empfehlungen entsprechend des gewählten Themengebietes (hauptsächlich Artikel aus peer reviewed Journalen).

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Guido Grundmeier / Prof. Dr. Jörg Lindner
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: Individuelle Empfehlungen entsprechend des gewählten Themengebietes.

	<p>b: Vertiefung des Vorlesungsstoffs anhand ausgewählter, relevanter Themenstellungen sowie praktischer Übungen und Einordnung in einen gesamtphysikalischen Zusammenhang.</p> <p>Spezifische Schlüsselkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zu konzeptionellem, analytischem und logischem Denken und das Können, das erworbene Wissen auf unterschiedlichen Gebieten der Materialwissenschaften einzusetzen • Präsentationskompetenz durch Darstellen von Problemlösungen im Rahmen der Übung • Teamfähigkeit durch die Bearbeitung von Problemstellungen in Kleingruppen 								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p>[x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) b)</td> <td>Klausur oder Mündliche Prüfung</td> <td>90 Min. oder 30-45 Min.</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a) b)	Klausur oder Mündliche Prüfung	90 Min. oder 30-45 Min.	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a) b)	Klausur oder Mündliche Prüfung	90 Min. oder 30-45 Min.	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>keine</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>								
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>M.Sc. Physik</p>								
12	<p>Modulbeauftragte/r:</p> <p>Prof. Dr. Jörg Lindner</p>								
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>keine</p>								
14	<p>Empfohlene Literatur:</p> <p>D. B. Williams, C. B. Carter, <i>Transmission Electron Microscopy, A Textbook for Materials Science</i>. Springer Verlag</p>								

	c: Die Studierenden sammeln Erfahrung in der webbasierten Zusammenarbeit in interuniversitären Teams, indem jedes Team eine schriftliche Auswertung und Dokumentation sowie eine Abschlusspräsentation über ein Teilprojekt ausarbeitet und vorstellt.			
6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	b)	Projektbericht	ca. 30 Seiten	50%
	c)	Vortrag	ca. 30 Min.	50%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Physik			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Lindner			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: M. Nastasi, J. W. Mayer, Y. Wang <i>Ion Beam Analysis: Fundamentals and Applications</i> , CRC Press			

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: N. N. (Dozenten der Physikalischen Chemie), Jun.-Prof. Dr. Hans-Georg Steinrück
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: I: T. Weinacht, Brett J. Pearson, <i>Time-Resolved Spectroscopy: An Experimental Perspective</i> , CRC press 2019 Aktuelle Übersichtsartikel zu dieser Thematik werden durch die Lehrenden vor der jeweiligen Vorlesung angegeben. II: D. McMorrow, J. Als-Nielsen, <i>Elements of modern X-ray physics</i> . John Wiley & Sons 2011 P. Willmott, <i>An introduction to synchrotron radiation: techniques and applications</i> . John Wiley & Sons 2019 W. H. De Jeu, <i>Basic X-ray scattering for soft matter</i> , Oxford University Press 2016 B. K. Agarwal, <i>X-ray spectroscopy: an introduction</i> , Vol. 15. Springer 2013 G. Bunker, <i>Introduction to XAFS: A practical guide to X-ray absorption fine structure spectroscopy</i> , Cambridge University Press 2010 F. de Groot, A. Kotani, <i>Core level spectroscopy of solids</i> , CRC Press, Taylor & Francis Group 2008

Surface and Interface Analysis									
Surface and Interface Analysis									
Modulnummer: 13	Workload (h): 150	LP: 5	Studiensemester: 2.	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: en	P/WP: WP		
1	Modulstruktur:								
		Lehrveranstaltung		Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)		
	a	Surface and Interface Spectroscopic Analysis		V	30	60	P ca. 120		
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:								
	keine								
3	Teilnahmevoraussetzungen:								
4	Inhalte: Optische Spektroskopie von Materialgrenzflächen und dünnen Schichten (Anwendung von FTIR- und Raman-Spektroskopie sowie Ellipsometrie), Elektronen- und Ionenspektroskopie von Grenzflächen und dünnen Schichten (Anwendung von Auger-Spektroskopie, Röntgen sowie UV Photoelektronenspektroskopie, Ionenstreuung); fortgeschrittene Anwendung der spektroskopischen Methoden (kombinierte Analysemethoden, Oberflächensensitive Röntgenstreu- und Röntgenspektroskopie-Methoden, Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskopie, in-situ Spektroskopie an Grenzflächen, Spektroskopische Mikroskopie, Spektroelektrochemie)								
	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen: Die Studierenden erwerben Kenntnisse in den meistgebrauchten spektroskopischen Methoden für die Charakterisierung von Oberflächen und Grenzflächen in der Materialforschung. Im Detail sind dies: <ul style="list-style-type: none">• Auswahl der geeigneten Methode zur Charakterisierung von unterschiedlichen Materialien• Kritische Bewertung der Messergebnisse• Entwicklung von Messstrategien entsprechend den Anforderungen der zu untersuchenden Materialien• Anwendung solcher spektroskopischer Methoden für die in-situ Analyse von Grenzflächenprozessen								
5	Prüfungsleistung: [x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)								
6	zu	Prüfungsform			Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
	a) b)	Klausur oder Mündliche Prüfung			120 Min. 30 Min.	100 %			

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Jun.-Prof. Dr. Hans-Georg Steinrück / Dr. Teresa de los Arcos
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: J. M. Hollas, Modern Spectroscopy, John Wiley & Sons 2004. G. Ertl and J. Küppers, Low Energy Electrons and Surface Chemistry, VCH 1985 D. Briggs and M. P. Seah, Practical Surface Analysis I and II, John Wiley & Sons 1990 W. Suetaka, Surface Infrared and Raman spectroscopy –methods and applications, Plenum Press 1995 J. Als Nielsen and D. McMorrow, Elements of modern X ray physics, John Wiley & Sons, New York, USA 2011 B. D. Cullity, S. R. Stock, Elements of X ray Diffraction, Pearson, Harlow 2014 D. S. Sivia, Elementary scattering theory: For X ray and neutron users, Oxford University Press, New York, USA 2011 Keith, Foster, Spectroelectrochemistry, in Handbook of Electrochemical Energy Fauster, Thomas, et al. "Oberflächenphysik." Oberflächenphysik, De Gruyter Oldenbourg 2019

6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	Ia und Ib	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Min. oder 30-45 Min.	66,5%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Hossam Elgabarty			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: M. Tuckerman, Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation, Oxford University Press. M. P. Allen, D. J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press. D. Marx and J. Hutter, Ab Initio Molecular Dynamics, Cambridge University Press.			

6	Prüfungsleistung:			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)
zu	Prüfungsform		Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a) und b)	Klausur oder Mündliche Prüfung		120-180 Min. 30-45 Min.	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Physik			
12	Modulbeauftragte/r: Dr. Uwe Gerstmann / Prof. Dr. Arno Schindlmayr			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: J. Grunenberg, <i>Computational Spectroscopy: Methods, Experiments and Applications</i> , Wiley-VCH P. Jensen, P. R. Bunker: <i>Computational Molecular Spectroscopy</i> , Wiley-VCH S. Wilson, G. H. F. Diercksen, <i>Methods in Computational Molecular Physics</i> , Springer M. Kaupp, M. Bühl, V. G. Malkin, <i>Calculation of NMR and EPR parameters</i> , Wiley-VCH L. Valkunas, D. Abramavicius, Thomás Mancal, <i>Molecular Excitation Dynamics and Relaxation, Quantum Theory and Spectroscopy</i> , Wiley-VCH			

8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Maschinenbau, M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen (Maschinenbau)
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Rolf Mahnken
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: J. C. Simo, T. J. R. Hughes, <i>Computational Inelasticity</i> , Springer New York 1998 N. Ottosen, M. Ristinmaa, <i>The Mechanics of Constitutive Modeling</i> , Elsevier 2005

6	Prüfungsleistung:			
	[x] Modulabschlussprüfung (MAP)		[] Modulprüfung (MP)	[] Modulteilprüfungen (MTP)
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	a) und b)	Klausur oder Mündliche Prüfung	120-180 Min. 30-45 Min.	100 %
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:			
	keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:			
	keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:			
	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote:			
	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:			
	M.Sc. Physik			
12	Modulbeauftragte/r:			
	Prof. Dr. Uwe Gerstmann			
13	Sonstige Hinweise:			
	keine			
14	Empfohlene Literatur:			
	T. Schäpers, <i>Semiconductor Spintronics</i> , De Gruyter Textbook			
	T. Blachowicz, A. Erdmann, <i>Spintronics: Theory, Modelling, Devices</i> , Graduate Texts in Condensed Matter			
	S. Bandyopadhyay, M. Cahay, <i>Introduction to Spintronics</i> , CRC Press			
	A. Bencini, D. Gatteschi, <i>EPR of Exchange Coupled Systems</i> , Dover Books on Chemistry			
	D. Gatteschi, R. Sessoli, Jacques Villain, <i>Molecular Nanomagnets</i> , Mesoscopic Physics and Nanotechnology, Oxford University Press			
	Awschalom, Loss, Samarth, <i>Semiconductor Spintronics and Quantum Computation</i> , NanoScience and Technology, Springer			
	W. Scherer, <i>Mathematics of Quantum Computing: An Introduction</i> , Springer			

6	Prüfungsleistung:					
	<input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)			
	<input type="checkbox"/> zu		Prüfungsform			
a) und b)		Mündliche Prüfung		30 Min.		
	Gewichtung für die Modulnote					
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:					
	<input type="checkbox"/> zu		Form			
	c		Vortrag zu exemplarischem Thema / Prozess aus dem	Bereich Partikelsynthese		
	Dauer bzw. Umfang		SL / QT			
	30 Min.		SL			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:					
	Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung ist das Bestehen der Studienleistung.					
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:					
	Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.					
10	Gewichtung für Gesamtnote:					
	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).					
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:					
	keine					
12	Modulbeauftragte/r:					
	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid					
13	Sonstige Hinweise:					
	keine					
14	Empfohlene Literatur:					
	T. T. Kadas, M. J. Hampden-Smith, <i>Aerosol-Processing of Materials</i> , Wiley-VCH, 1999					
	A. Mersmann (Hrsg.), <i>Crystallization Technology Handbook</i> , CRC Press, 2001					

	<p>Die Studierenden kennen die spezifischen Stärken und Schwächen der Verfahren und können die jeweilige Anwendbarkeit für gegebene Problemstellungen kritisch bewerten. Sie sind in der Lage, jeweils die gesamte Prozesskette zu verstehen und die jeweils erzielbaren Eigenschaften daraus abzuleiten.</p> <p>In den Übungen wenden die Studierenden die in der Vorlesung erlernten Inhalte auf einfache Problemstellungen an und präsentieren ihre Lösungen z.B. durch Präsentation an der Tafel. Sie üben sich so in sprachlich und logisch korrekter Argumentation und der Fähigkeit, wissenschaftliche Sachverhalte angemessen darzustellen.</p>								
6	<p>Prüfungsleistung:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) und b)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 Min. 45-60 Min.</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Min. 45-60 Min.	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a) und b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 Min. 45-60 Min.	100%						
7	<p>Studienleistung / qualifizierte Teilnahme:</p> <p>keine</p>								
8	<p>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</p> <p>keine</p>								
9	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten:</p> <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p>Gewichtung für Gesamtnote:</p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).</p>								
11	<p>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</p> <p>keine</p>								
12	<p>Modulbeauftragte:</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid</p>								
13	<p>Sonstige Hinweise:</p> <p>keine</p>								
14	<p>Empfohlene Literatur:</p> <p>M. Schmid, <i>Selektives Lasersintern (SLS) mit Kunststoffen</i>, Hanser Verlag</p>								

6	Prüfungsleistung:			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)
zu	Prüfungsform		Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
I und II	Klausur oder Mündliche Prüfung		120 Min. oder 30-45 Min.	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Guido Grundmeier / Jun.-Prof. Dr. Hans-Georg Steinrück / Jun.-Prof. Dr. Nieves Lopez Salas			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur I: W. Schmickler, E. Santos: <i>Interfacial Electrochemistry</i> , Springer K. Oldham, J. Myland, A. Bond: <i>Electrochemical Science and Technology: Fundamentals and Applications</i> , Wiley P. Pedersen: "Corrosion Science and Engineering", Springer 2018 H. Kaesche: "Corrosion of Metals: Physicochemical Principles and Current Problems", Springer II: K. W. Beard: <i>Linden's handbook of batteries</i> R. A. Huggins: <i>Advanced Batteries</i> R. Job: <i>Electrochemical energy storage</i> E. Worch: <i>Drinking water treatment: an introduction</i> A. J. Bard, L. R. Faulkner, H. S. White: <i>Electrochemical methods: fundamentals and applications</i>			

Biomaterials									
Biomaterials									
Modulnummer: 21	Workload (h): 150	LP: 5	Studiensemester: 2.	Turnus: SS	Dauer (in Sem.): 1	Sprache: en	P/WP: WP		
1	Modulstruktur:								
		Lehrveranstaltung		Lehr- form	Kontakt- zeit (h)	Selbst- studium (h)	Status (P/WP)		
	a	Biointerfaces and Nanobiomaterials		V	30	60	P		
	b	Biointerfaces and Nanobiomaterials		S	15	45	P		
2	Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:								
	keine								
3	Teilnahmevoraussetzungen:								
	keine								
4	Inhalte:								
	Ia: Proteinstruktur, Membransysteme, Proteinadsorption an Oberflächen und Nanopartikeln, Proteinpatterning, Proteinfaltung und -aggregation, antimikrobielle Oberflächen, DNA- und RNA-Struktur, selbstassemblierte DNA-Monolagen, strukturelle DNA-Nanotechnologie, DNA-Nanostrukturen an Grenzflächen, DNA-basierte Maschinen und Roboter. Ib: Aktuelle Themen aus den Bereichen künstliche Membransysteme, Proteinadsorption an Oberflächen und Nanopartikeln, Proteinpatterning, Proteinfaltung und -aggregation, antimikrobielle Oberflächen, selbstassemblierte DNA-Monolagen, strukturelle DNA-Nanotechnologie, DNA-Nanostrukturen an Grenzflächen, DNA-basierte Maschinen und Roboter.								
5	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen:								
	Ia: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Interaktion von Biomolekülen mit biologischen und künstlichen Grenzflächen. Sie haben ein fortgeschrittenes Verständnis der biomolekularen Adsorption, Aggregation und Selbstassemblierung sowie der daraus resultierenden Einsatzmöglichkeiten in der Materialforschung, Sensorik und Nanotechnologie. Ib: Die Studierenden können sich selbstständig in komplexe Sachverhalte und neue Themengebiete einarbeiten, Daten und Ergebnisse selektiv aufbereiten und darstellen, publizierte Ergebnisse und Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der aktuellen Forschung einem breiten Publikum vermitteln.								
6	Prüfungsleistung:								
	[] Modulabschlussprüfung (MAP)		[] Modulprüfung (MP)		[x] Modulteilprüfungen (MTP)				
7	zu	Prüfungsform			Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote			
	Ia	Klausur			60 Minuten	70%			
	Ib	Seminarvortrag			15 Minuten	30%			

7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Guido Grundmeier / PD Dr. Adrian Keller
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: H. Lodish et al., <i>Molecular Cell Biology</i> , Palgrave Macmillan Fifth Edition 2004 B. D. Ratner et al., eds., <i>Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine</i> , Academic Press 1996 D. S. Goodsell, <i>Bionanotechnology - Lessons from Nature</i> , Wiley-Liss, Inc., 2004 T. A. Waigh, <i>Applied Biophysics - A Molecular Approach for Physical Scientists</i> , John Wiley & Sons Ltd 2007 C. R. Calladine et al., <i>Understanding DNA. The Molecule and How It Works</i> , Academic Pr Inc 2004 M. Malmsteen, <i>Biopolymers at Interfaces</i> , Second Edition, Marcel Dekker Inc. 2003 A. D. Bates et al, <i>DNA Topology</i> , OUP Oxford 2005

6	Prüfungsleistung: <input type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input checked="" type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
		I Klausur oder Mündliche Prüfung	120-180 Min. 30-45 Min.	75%
		II Klausur oder Mündliche Prüfung	90-120 Min. 30-45 Min	25%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulteilprüfungen bestanden sind.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine			
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Dirk Reuter / Prof. Dr. Donat As / Prof. Dr. Dirk Kuckling			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: I: M. Grundmann, <i>The Physics of Semiconductors</i> , Springer 2 nd Ed. Heidelberg, 2010 O. Manasreh, <i>Introduction to Nanomaterials and devices</i> , Wiley, 2011 S. M. Sze, K. K. Ng, <i>Physics of Semiconductor Devices</i> , Wiley, 3 rd Ed., 2007 J. Singh, <i>Physics of Semiconductors and their Heterostructures</i> , McGraw Hill, 1995 U. W. Pohl, <i>Epitaxy of Semiconductors</i> , Springer Heidelberg, 2013 II: Y. Gnanou, M. Fontanille, <i>Organic and Physical Chemistry of Polymers</i> , Wiley 2008 J. R. Fried, <i>Polymer Science and Technology</i> , Prentice Hall 2007 A. Seidel (Ed.), <i>Characterization and Analysis of Polymers</i> , Wiley 2008 Q. Li (Ed.), <i>Intelligent Stimuli-Responsive Materials</i> , Wiley 2013.			

6	Prüfungsleistung: [x] Modulabschlussprüfung (MAP) [] Modulprüfung (MP) [] Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
	a) und b)	Klausur oder Mündliche Prüfung	120-180 Min 30-45 Min	100 %
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Optoelectronics and Photonics, M.Sc. Physik			
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Cedrik Meier / Prof. Dr. Thomas Zentgraf			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: L. Novotny, B. Hecht, <i>Principles of Nano-Optics</i> , Cambridge University Press, New York S. Gaponenko, H. V. Demir, <i>Applied Nanophotonics</i> , Cambridge University Press, New York S. Meier, <i>Plasmonics – Fundamentals and Applications</i> , Springer, New York			

10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Electrical Systems Engineering
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulrich Hilleringmann bzw. N. N. (Dozenten der Elektrotechnik)
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: Tai-Ran Hsu, <i>MEMS & Microsystems: Design, Manufacture, and Nanoscale Engineering</i> , 2008 L. Chang, <i>Foundations of MEMS</i> , 2012

6	Prüfungsleistung:			
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)
zu	Prüfungsform		Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote
a) und b)	Klausur oder Mündliche Prüfung		120-180 Min. 30-45 Min.	100%
7	Studienleistung / qualifizierte Teilnahme: keine			
8	Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen: keine			
9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).			
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Physik			
12	Modulbeauftragte: Prof. Dr. Dirk Reuter / Prof. Dr. Donat As			
13	Sonstige Hinweise: keine			
14	Empfohlene Literatur: U. W. Pohl, <i>Epitaxy of Semiconductors</i> , Springer Heidelberg 2013			

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: M.Sc. Electrical Systems Engineering
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulrich Hilleringmann bzw. N. N. (Dozenten der Elektrotechnik)
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: U. Hilleringmann, <i>Silicon Semiconductor Technology</i> , Springer 2023

9	Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	Gewichtung für Gesamtnote: Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor: 1).
11	Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen: keine
12	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Tiemann
13	Sonstige Hinweise: keine
14	Empfohlene Literatur: L. E. Smart, E. A. Moore: <i>Solid State Chemistry</i> ; U. Schubert, N. Hüsing: <i>Synthesis of Inorganic Materials</i>

HERAUSGEBER

**PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN
WARBURGER STR. 100
33098 PADERBORN**

[HTTP://WWW.UNI-PADERBORN.DE](http://WWW.UNI-PADERBORN.DE)