



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Nanotechnologie
(Prüfungsordnungsversion: 20202)

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Werkstoffeigenschaften.....	
Anforderungen der Industrie in Simulation und Anwendung.....	6
Angewandte Grundlagen.....	8
Eisen- und Stahlwerkstoffe.....	12
Hochtemperaturwerkstoffe.....	14
Materialcharakterisierung.....	17
Mikro- und makroskopische mechanische Eigenschaften.....	20
Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung.....	22
Tribologie und Oberflächentechnik.....	24
Werkstoffkunde und Technologie der Metalle.....	
Additive Fertigung.....	27
Metallische Werkstoffe: Grundlagen und Technologien.....	29
Metallische Werkstoffe im Automobilbau.....	31
Metallische Werkstoffe: Neue Prozesse, Technologien und Werkstoffe.....	32
Oberflächentechnologie.....	34
Pulvermetallurgie.....	35
Glas und Keramik.....	
Funktionskeramiken I.....	38
Funktionskeramiken II.....	40
Funktionskeramiken III.....	42
Glas I.....	44
Glas II.....	46
Keramische Werkstoffe: Grundlagen und Technologien.....	48
Keramische Werkstoffe: Prozessierung und Eigenschaften.....	52
Porous and cellular Ceramics I.....	54
Porous and cellular Ceramics II.....	56
Seminar modul.....	58
Korrosion und Oberflächentechnik.....	
Grundlagen der Elektrochemie - Vertiefung.....	61
Oberflächenanalyse I.....	63
Oberflächenanalyse II.....	66
Oberflächentechnik und Elektrochemie.....	69
Praktikum zur Korrosion und Oberflächenanalyse.....	76
Polymerwerkstoffe.....	
Anwendungen von Polymeren II.....	79
Polymere.....	81
Rheologie.....	83
Vertiefung Polymere.....	85
Materialien der Elektronik und der Energietechnologie.....	
Advanced Semiconductor Technologies Photovoltaic Systems I - Fundamentals.....	87
Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors III - Processing.....	89
Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors II - Processing.....	90
Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors I: Materials - Nanocrystals.....	92
Crystal Growth 2.....	94
Photovoltaics (PV) and PV Systems II: Light Conversion and Light Management.....	95
Semiconductor Devices and Applications.....	96
Semiconductor Fundamentals, Characterization, Materials & Processing.....	97

Biomaterialien.....	
Advanced applications: Biofabrication and Drug Delivery.....	100
Advanced applications: Composites and Surfaces.....	103
Advanced Applications: Tissue Engineering.....	108
Basics of Biomaterials.....	112
Grundlagen der Anatomie und Physiologie.....	116
Werkstoffsimulation.....	
Discrete and Continuum Simulation.....	119
Foundations of Materials Simulation.....	121
Foundations of phase field modelling.....	123
Materials Informatics.....	124
Material Theory.....	125
Microstructure Modeling.....	126
Mikro- und Nanostrukturforschung.....	
3D Characterization in Materials Science.....	129
Applied Micro- and Nanostructure Research.....	131
Fundamentals of Micro- and Nanostructure Research NT.....	133
Scattering Methods for Nanostructured Materials.....	136
1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul.....	
3D Characterization in Materials Science.....	139
Additive Fertigung.....	141
Advanced applications: Biofabrication and Drug Delivery.....	143
Advanced applications: Composites and Surfaces.....	146
Advanced Corrosion Science.....	151
Advanced Semiconductor Technologies Photovoltaic Systems I - Fundamentals.....	154
Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors III - Processing.....	156
Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors II - Processing.....	157
Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors I: Materials - Nanocrystals.....	159
Anforderungen der Industrie in Simulation und Anwendung.....	161
Crystal Growth 1.....	163
Crystal Growth 3.....	164
Eisen- und Stahlwerkstoffe.....	165
Foundations of phase field modelling.....	167
Funktionskeramiken I.....	168
Funktionskeramiken II.....	170
Funktionskeramiken III.....	172
Glas I.....	174
Glas II.....	176
Hochtemperaturwerkstoffe.....	178
Informatik für Ingenieure I.....	181
Materialcharakterisierung.....	185
Materials Informatics.....	188
Material Theory.....	189
Metallische Werkstoffe im Automobilbau.....	190
Microstructure Modeling.....	191
Oberflächenanalyse I.....	193
Oberflächenanalyse II.....	196
Oberflächentechnologie.....	199
Photovoltaics (PV) and PV Systems II: Light Conversion and Light Management.....	200
Porous and cellular Ceramics I.....	201

Porous and cellular Ceramics II.....	203
Pulvermetallurgie.....	205
Qualitätsmanagement.....	207
Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung.....	209
Scanning Electron Microscopy in Materials Science and Nanotechnology.....	211
Scattering Methods for Nanostructured Materials.....	213
Semiconductor Devices and Applications.....	215
Seminar modul.....	216
Transmission Electron Microscopy in Material Science II.....	218
Tribologie und Oberflächentechnik.....	220
Verarbeitung von Polymerwerkstoffen.....	222
Wahlmodul Polymere.....	224
Computational Nanoscience.....	225
Nanocharakterisierung.....	227
Praktikum Synthese / Charakterisierung.....	230
Top-Down Nanostrukturierung.....	232
Wissenschaftliches Projekt.....	235

Allgemeine Werkstoffeigenschaften

1	Modulbezeichnung 46209	Anforderungen der Industrie in Simulation und Anwendung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Anforderungen der Industrie an Werkstoffingenieure (2 SWS) Kurs: Einführung in die Finite Elemente Methode FEM (FEM-WWI) (1 SWS) Praktikum: Praktikum: FEM (0 SWS)	3 ECTS 1,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Weidinger Philip Pohl	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	<p>*Einführung in die Finite Elemente Methode und Praktikum, Ü+P, 1+2 SWS, 1+2 ECTS*</p> <p>*Anforderungen an einen Werkstoffingenieur in der industriellen Praxis, V+Ü, 1+1 SWS, 2 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsablauf im Unternehmen • Werkstoffnormung und Spezifikationen • Einführung in die Schadensanalyse • Umgang mit Patenten und Datenbanken • Werkstofftechnische Qualitätsaspekte • Aspekte der Umweltverträglichkeit • Anforderungen an soziale Kompetenz • Übergang von Normprüfkörpern auf Bauteilprüfung • Vertiefung der Vorlesungsinhalte an Fallbeispielen aus der Praxis und Gerätedemonstrationen (Übung)
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Fachkompetenz - Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • können Struktureigenschaftskorrelationen erschließen und überprüfen • beurteilen eigenständig Struktureigenschaftsbeziehungen an Beispielen • erwerben fundierter Kenntnisse im Bereich der FEM • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen, verstehen und wählen Beschichtungen für den Verschleißschutz aus und stellen Kriterien für eine beanspruchungsgerechte Auswahl auf

		<ul style="list-style-type: none"> • erlernen und verstehen wichtige Anforderungen aus dem industriellen Umfeld an das Berufsfeld, schätzen ein und beurteilen unterschiedliche Anforderungsprofile von Produkten in Bezug auf Priorität, Ökonomie und Ökologie <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der FEM • Simulationstechniken • Grundlegende Mikroskopiertechniken • Quantitative Gefügeanalyse • Grundlegende Methoden der Röntgenbeugung
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46201	Angewandte Grundlagen (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften 2 (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I (2 SWS)	3 ECTS
		Übung: Übungen zu Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften 2 (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Mathias Göken Dr.-Ing. Martin Weiser Prof. Dr. Peter Felfer Dr.-Ing. Steffen Neumeier PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel Dr.-Ing. Dorothea Matschkal	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Mathias Göken
5	Inhalt	*Angewandte Grundlagen I+II, V, 2x2 SWS, 5 ECTS*
		<p>Blickpunkt steht die Beziehung zwischen Mikrostruktur / Aufbau der Werkstoffe und ihren mechanischen Eigenschaften. Hierzu werden grundlegende Verformungs- und Schädigungsmechanismen besprochen und auf technisch relevante Legierungen übertragen.</p> <p>Die Inhalte im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Eigenschaften (Ein- und Vielkristallverformung, Verformungsmechanismen) • Bruchmechanik (Grundlagen, Anwendungen) • mikrostruktureller und atomarer Aufbau auf unterschiedlichen Längenskalen sowie die daraus ableitbare Eigenschaften) • Verbundwerkstoffe • Simulationstechniken und deren Anwendung • Phasenumwandlungen und Ausscheidungskinetik <p>*Übungen zu Angewandten Grundlagen I+II, 2x2 SWS, 5 ECTS*</p> <p>Anhand von Übungsaufgaben werden die Vorlesungsinhalte der VL Angewandte Grundlagen vertieft. Themenschwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulationstechniken • Verformungsmodelle • Ausscheidungskinetik • Experimentelle Techniken • Bruchmechanik
6	Lernziele und Kompetenzen	*Fachkompetenz* Evaluieren (Beurteilen)

Die Studierenden

- vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen
- vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen
- können Legierungsthermodynamik anwenden und Zustandsdiagrammen analysieren
- vertiefen das Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und Härtungsmechanismen
- können Struktur-Eigenschaftskorrelationen erschließen und überprüfen
- beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen
- verstehen die Vorgänge und Eigenschaften von Werkstoffen auf verschiedenen Größenskalen
- erwerben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zum Aufbau der verschiedenen Werkstoffklassen, Charakterisieren unterschiedlicher Strukturen
- vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären
- wenden und beurteilen Simulationsmethoden und können diese klassifizieren
- vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum
- erlernen und wenden neuen Methoden an

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:

- Simulationstechniken
- Materialwissenschaftliche Lösungsstrategien

Applied Fundamentals I+II, V, 2x2 SWS, 5 ECTS

The focus is on the relationship between microstructure / structure of materials and their mechanical properties. Basic deformation and damage mechanisms are discussed and applied to technically relevant alloys. The contents in detail:

- Mechanical properties (single and multi-crystal deformation, deformation mechanisms)
- Fracture mechanics (fundamentals, applications)
- microstructural and atomic structure on different length scales and the properties that can be derived from them)
- composite materials
- simulation techniques and their application
- phase transformations and precipitation kinetics

Exercises on Applied Fundamentals I+II, 2x2 SWS, 5 ECTS

		<ul style="list-style-type: none"> • The lecture contents of the lecture Applied Fundamentals are deepened by means of exercises. Main topics: • Simulation techniques • deformation models • Precipitation kinetics • Experimental techniques • Fracture mechanics <p>Learning objectives and competencies:</p> <p>Technical competence Evaluate (assess).</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • deepen their knowledge of the various structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • can apply alloy thermodynamics and analyze state diagrams • deepen knowledge of mechanical properties and hardening mechanisms • can develop and verify structure-property correlations • independently evaluate structure-property relationships using examples • understand the processes and properties of materials on different size scales • acquire a sound knowledge of the fundamentals of the structure of the various classes of materials, characterize different structures • deepen their understanding of the relationships between structure, thermomechanical history and properties of materials and can explain them • apply and evaluate simulation methods and can classify them • deepen the learned contents by exercises and practical training • learn and apply new methods • <p>Learning or methodological competencies New methodological competencies that can be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulation techniques • Material science solution strategies
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Allgemeine Werkstoffeigenschaften Master of Science Nanotechnologie 20202

10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46208	Eisen- und Stahlwerkstoffe (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Eisen- und Stahlwerkstoffe II (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Felfer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Felfer
5	Inhalt	<p>Eisen- und Stahlwerkstoffe I+II , V+Ü, 2+3 SWS, 2+3 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Stahlherstellung • Grundlagen der Wärmebehandlungen • Eigenschaften und Anwendung der verschiedenen Stahlklassen • Schweißmetallurgie • Eigenschaften und Anwendungen von Eisengusswerkstoffen <p>Content:</p> <p>Iron and steel materials I+II , V+Ü, 2+3 SWS, 2+3 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics of steel production • Basics of heat treatments • Properties and application of the different steel classes • Welding metallurgy • Properties and applications of iron casting materials
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe Eisen und Stahl und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • können Legierungsthermodynamik anwenden und Zustandsdiagrammen analysieren • vertiefen das Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und Härtungsmechanismen bei Stählen • können Struktur-Eigenschaftskorrelationen erschließen und überprüfen bei Stählen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären <p>*Lern- bzw. Methodenkompetenz*</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> •

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ deepen their knowledge of the diverse structural compositions of iron and steel materials and are able to evaluate them ◦ deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials ◦ can apply alloy thermodynamics and analyze state diagrams ◦ deepen knowledge of mechanical properties and hardening mechanisms of steels ◦ can develop and check structure-property correlations for steels ◦ independently assess structure-property relationships using examples ◦ deepen their understanding of the relationships between structure, thermomechanical history and properties of materials and are able to explain these relationships. ◦ Basic experimental techniques
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46203	Hochtemperaturwerkstoffe (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Hochtemperaturwerkstoffe (3 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Steffen Neumeier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Steffen Neumeier	
5	Inhalt	<p>*Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen, V, 2 SWS, 2 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Hochtemperaturverformung • Struktur und Eigenschaften Intermetallischer Phasen • Vorstellung unterschiedlicher Werkstoffgruppen (Nickel- und Cobaltbasis-Superlegierungen, TiAl, FeAl, Oxidationsschutzschichten, Hochtemperaturstähle) mit ihren jeweiligen Eigenschaften und Anwendungen • aktuelle Entwicklungen in diesem Gebiet <p>*Praktikum, 3 SWS, 3 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausscheidungsvorgänge in Metallen • Diffusionsvorgänge 	
		<p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> • High temperature materials and intermetallic phases, V, 2 SWS, 2 ECTS • Fundamentals of high temperature deformation • Structure and properties of intermetallic phases • Presentation of different material groups (nickel and cobalt based superalloys, TiAl, FeAl, oxidation protection coatings, high temperature steels...) with their respective properties and applications • current developments in this field <p>practical course, 3 SWS, 3 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precipitation processes in metals • Diffusion processes 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen 	

		<ul style="list-style-type: none"> • vertiefen das Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und dem Werkstoffverhalten bei hohen Temperaturen • vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen und verstehen Vorgänge bei Hochtemperaturbelastung und evaluieren Kriterien zur Auswahl von Werkstoffen und Beschichtungen für HT-Anwendungen <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Experimentiertechniken • Grundlegende Mikroskopiertechniken <p>Learning objectives and competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technical competence Evaluate (judge) The students • deepen their knowledge of the various structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • deepen their knowledge of mechanical properties and material behavior at high temperatures • deepen their understanding of the relationships between structure, thermomechanical history and properties of materials and are able to explain them • deepen their knowledge through exercises and practical training • learn and apply new methods • learn and understand processes at high temperatures and evaluate criteria for the selection of materials and coatings for HT applications <p>Learning or methodological competencies New methodological competencies that can be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic experimental techniques • Basic microscopy techniques
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46207	Materialcharakterisierung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übungsseminar: Quantitative Gefügeanalyse (Stereologie) (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Grundlagen der Schadensanalyse an Bauteilen (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Röntgenmethoden in der Materialanalyse (1 SWS)	1,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel Prof. Dr. Peter Weidinger Dr.-Ing. Steffen Neumeier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Steffen Neumeier
5	Inhalt	<p>Quantitative Gefügeanalyse, V+Ü, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Quantitative Gefügeanalyse und die dazugehörigen Meßmethoden • Auswertemethoden • Grundlagen der Statistik • Praktische Anwendung von Image C <p>Röntgenmethoden in der Materialanalyse, V, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Röntgen-/Synchrotron-/Neutronenbeugung • Experimentelle Methoden • Anwendung in der Materialanalyse (Gitterkonstantenbestimmung, Spannungsanalyse, Texturanalyse,) <p>Anforderungen der Industrie an einen Werkstoffingenieur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen industrieller Planungen im Werkstoffumfeld • Industrielle Lösungsstrategien bei Werkstofffragestellungen • Industrielle Charakterisierungsverfahren <p>Quantitative Microstructural Analysis, V+Ü, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to quantitative microstructure analysis and the corresponding measuring methods • Evaluation methods • Basics of statistics • Practical application of Image C <p>X-ray methods in materials analysis, V, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics of X-ray/synchrotron/neutron diffraction • Experimental methods • Application in material analysis (determination of lattice constants, stress analysis, texture analysis,...)

		<p>Fundamentals of Failure Analysis, V+Ü+P 0.5+1+0.5 SWS, 0.5+1+0.5 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic procedure of damage analysis • Damage hypotheses • Case studies from practice • Practical test to deepen the contents
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • erwerben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zum Aufbau der verschiedenen Werkstoffklassen, Charakterisieren unterschiedlicher Strukturen • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen Grundlagen der Schadensanalyse, wenden diese an Beispielfällen an und stellen Schadenshypothesen auf <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Experimentiertechniken • Quantitative Gefügeanalyse • Grundlegende Methoden der Röntgenbeugung <p>Technical competence Evaluating (assessing)</p> <p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> • deepen their knowledge of the various structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • independently assess structure-property relationships using examples • acquire a sound knowledge of the fundamentals of the structure of the various classes of materials and characterize different structures • deepen the learned contents by exercises and practical training • learn and apply new methods

		<ul style="list-style-type: none"> learn the basics of damage analysis, apply them to example cases and establish damage hypotheses <p>Learning or methodological competencies New methodological competencies that can be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> Basic experimental techniques Quantitative microstructure analysis Basic methods of X-ray diffraction
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	E. Underwood, Quantitative Stereology E.R. Weibel, Stereological Methods H.E. Exner, H.P. Hougardy, Einführung in die Quantitative Gefügeanalyse

1	Modulbezeichnung 46202	Mikro- und makroskopische mechanische Eigenschaften (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Atomsondentomographie (1 SWS) Vorlesung: Mikro- und Nanomechanik (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Atomsondenmikroskopie_School (1 SWS) Vorlesung: Ermüdungsverhalten von Metallen und Legierungen (1 SWS) Praktikum: Praktikum: Ermüdungsverhalten und Bruchmechanik (0 SWS)	1 ECTS 3 ECTS 1 ECTS 1,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Felfer PD Dr. Benoit Merle PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel
5	Inhalt	<p>*Atomsondentomographie mit Übung*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Atomsondentomographie • Physikalische Grundlagen der APT • Prinzip und Gerätelimitationen • Auswertwertemethoden • praktische Durchführung <p>* Ermüdungsverhalten von Metallen und Legierungen, V, 1 SWS, 1 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wechselverformung und der Dauerschwingfestigkeit metallischer Werkstoffe • Bedeutung in der Praxis • Durchführung der Ermüdungsversuche • zyklisches Verformungs- und Sättigungsverhalten, zyklisches Gleitverhalten, ermüdungsinduzierte Gefügeänderungen • Bildung und Ausbreitung von Ermüdungsrissen, • Ermüdungslebensdauer • Multiamplitudenbelastung • Weitere spezielle Ermüdungsthemen <p>*Praktikum Ermüdungsverhalten und Bruchmechanik, 1 SWS, 1 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuche zum zyklischen Verformungsverhalten • Bruchmechanisches Verhalten von Werkstoffen <p>*Praktikumsseminar: Experimentelle Methoden, SWS, 1 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Experimentelle Methoden • Temperaturmessung • Kraft-Dehnungsmessung • Vakuumtechnik

		<ul style="list-style-type: none"> • PID-Regler
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • vertiefen das Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und Härtungsmechanismen • vertiefen ihr Wissen zu Struktur-Eigenschaftskorrelationen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • verstehen die Vorgänge und Eigenschaften von Werkstoffen auf verschiedenen Größenskalen • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen, wenden an und beurteilen Vorgängen bei zyklischer Verformung • erlernen, vertiefen und beurteilen bruchmechanische Vorgänge • verstehen die Grundlagen der Biomechanik, wenden ihr Wissen an und beurteilen an entsprechenden Praxisbeispielen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Allgemeine Werkstoffeigenschaften Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46205	Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rastersondenmikroskopie / Nanoindentierung (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Mathias Göken	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Mathias Göken	
5	Inhalt	<p>*Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung, V+Ü, 2+3 SWS, 5 ECTS*</p> <p>*Rastersondenmikroskopie*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimenteller Aufbau (Rastersondenmikroskop und Sonden) • Rasterkraftmikroskopie (Betriebsmodi) • Rastertunnelmikroskopie (Tunneleffekt und Betriebsprinzip) • Bilddatenverarbeitung <p>*Nanoindentierung*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Härteprüfung • Experimenteller Aufbau eines Nanoindenters • Grundlagen der Kontaktmechanik (Sneddon, Hertz) • Oliver-Pharr Auswertemethode • Fortgeschrittene Methoden zur Bestimmung lokaler mechanischer Eigenschaften (Dehnratenabhängigkeit, Fließspannung, theoretische Festigkeit, Dynamische Charakterisierung) <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scanning probe microscopy and nanoindentation, V+Ü, 2+3 SWS, 5 ECTS. • Scanning Probe Microscopy • Experimental setup (scanning probe microscope and probes) • Scanning tunneling microscopy (tunnel effect and operating principle) • Image data processing • Nanoindentation • Basics of hardness testing • Experimental setup of a nanoindenter • Basics of contact mechanics (Sneddon, Hertz) • Oliver-Pharr evaluation method • Advanced methods for the determination of local mechanical properties (strain rate dependence, yield stress, theoretical strength, dynamic characterization) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>* Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen 	

		<ul style="list-style-type: none"> • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • verstehen die Vorgänge und Eigenschaften von Werkstoffen auf verschiedenen Größenskalen • erwerben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zur Charakterisieren unterschiedlicher Strukturen • vertiefen die erlernten Inhalte durch praktische Übungen • erlernen und wenden neuen Methoden an • Kompetenzerwerb im Bereich der Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung <p>Technical competence</p> <ul style="list-style-type: none"> • Students will deepen their knowledge of the diverse structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • independently assess structure-property relationships using examples • understand the processes and properties of materials on different size scales • deepen the learned contents by practical exercises • learn and apply new methods • acquire competence in the field of scanning probe microscopy and nanoindentation
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46204	Tribologie und Oberflächentechnik (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum: Tribologie (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Werkstoffe: Tribologie und Oberflächentechnik (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel	
5	Inhalt	<p>*Tribologie und Oberflächentechnik, V, 2 SWS, 3 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschichtungstechnologien • Grundlagen der Tribologie • Verschleißmechanismen • Einführung in die Oberflächentechnik <p>* Praktikum:Tribologie, 2 SWS, 2 ECTS*</p> <p>*Grundlagen der Schadensanalyse mit Praktikum*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegendes Vorgehen bei der Schadensanalyse • Schadenshypothesen • Schadensabhilfemaßnahmen • praktische Fallbeispiele 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen und über tribologische Vorgänge • vertiefen ihr Wissen zu Beschichtungstechnologien und Schichteigenschaften • vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären • vertiefen die erlernten Inhalte durch Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen und verstehen tribologische Vorgänge und evaluieren Kriterien zur Auswahl von Werkstoffen und Beschichtungen für tribologische Anwendungen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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 oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Werkstoffkunde und Technologie der Metalle

1	Modulbezeichnung 46213	Additive Fertigung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Gerichtete Erstarrung (1 SWS)	1 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Vorlesung Gerichtete Erstarrung (0 SWS)	0,5 ECTS
		Praktikum: Praktikum Additive Fertigung (1 SWS)	1 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Additive Fertigung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Peter Randelzhofer Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlage der generativen Fertigung • Methoden der additiven Fertigung • Werkstoffphänomene bei der additiven Fertigung • Epitaktische Erstarrung • Rissbildung • Vergleich mit der Erstarrung beim Gießen • Charakterisierung additiv gefertigter Bauteile • Legierungsentwicklung für die additive Fertigung • praktische Arbeiten aus dem Bereich additive Fertigung • praktische Arbeiten aus dem Bereich Feingießen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ können die unterschiedlichen Methoden der additiven Fertigung einordnen. ◦ erkennen die technischen Herausforderungen bei der additiven Fertigung und beim Feingießen ◦ erkennen die Besonderheiten der additiven Fertigung hinsichtlich Gefügeausbildung und Bauteileigenschaften. Evaluieren (Beurteilen) durchdringen die Erstarrungsvorgänge bei der additiven Fertigung durch Vergleich mit der Erstarrung beim Gießen Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46211	Metallische Werkstoffe: Grundlagen und Technologien (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial Metals 1 (2 SWS) Vorlesung: Lecture Metals: Principles (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Lecture Metals: Technology 1 (2 SWS) Übung: Tutorial Metals 2 (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Matthias Markl Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner Dr.-Ing. Christopher Zenk	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of phase and microstructure transformation • Correlation between processing and microstructure • Simulation of thermodynamics, kinetics and mold filling, complemented by own programming work • Important processing technologies (casting, metal forming, powder metallurgy and joining technology) • Material systems Titanium-, Nickelbase- und Copperalloys, intermetallic phases, shape memory alloys, bearing und contact materials (production, processing, important alloys, application and new developments); in the case of mechanisms of particular practical importance, connection to the fundamentals of metal physics • Material properties and tests 	
6	Lernziele und Kompetenzen	The students Fachkompetenz Verstehen <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ are able to classify essential development fields of metallic materials. Analysieren learn a deep basic understanding and can classify structure-property relationships on all size scales. get to know special manufacturing and processing methods and can differentiate them. Evaluieren (Beurteilen) receive a deep insight into all relevant metallic material systems and are able to make a material selection against the background of application profiles. know essential methods of material characterization and are able to select suitable test methods and to scrutinize the quality of measurement results. know various simulation tools and can assess the possible applications of process and material simulation. are able to assess the relationships between production and microstructure or properties of metallic materials. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung Werkstoffkunde und Technologie der Metalle aus dem 5. Semester B.Sc
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Werkstoffkunde und Technologie der Metalle Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	van Vlack: Materials Science for Engineers Dieter: Mechanical Metallurgy Kurz/Fisher: Fundamentals of Solidification

1	Modulbezeichnung 46214	Metallische Werkstoffe im Automobilbau (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Druckgießen (0 SWS) Vorlesung: Werkstoffe im Automobilbau (2 SWS) Praktikum: Praktikum Druckgießen (2 SWS)	0,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Peter Randelzhofer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen für die Automobilindustrie • Fahrzeugentstehungsprozess • Anforderungen, Werkstoffe und besondere Lösungen für Karosserie, Fahrwerk und Motoren • Strategie der Werkstoffauswahl • Druckgießen als typisches Fertigungsverfahren (Druckgussmaschine, Druckgusslegierungen, Herausforderungen) • praktische Arbeiten zum Thema Druckgießen • Simulation der Formfüllung 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ erwerben ein Verständnis für relevante Arbeitsmethoden der Automobilindustrie Anwenden können die Auswahl geeigneter Werkstoffe für bestimmte Anwendungen erklären Evaluieren (Beurteilen) sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Prozess bzw. Prozessparameter und Mikrostruktur bzw. Eigenschaften metallischer Gussteile zu beurteilen. können die Ergebnisse von numerischen Simulationen bewerten. Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnology 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46212	Metallische Werkstoffe: Neue Prozesse, Technologien und Werkstoffe (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Lecture Materials Technology 2 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Correlation between processing and microstructure • Repetition of the fundamentals of steel and introduction to novel high-strength steels, lightweight steel construction and sustainable steels • Repetition of Aluminium alloys and introduction to hybrid Steel/ Aluminium constructions and special problems of Aluminium processing • Powder metallurgy • Material systems refractory metals, metallic glasses, composites, cellular materials (production, processing, important alloys, application and new developments); in the case of mechanisms of particular practical importance, connection to the fundamentals of metal physics 	
6	Lernziele und Kompetenzen	The students: Fachkompetenz Verstehen <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ are able to classify development fields of special metallic materials. Analysieren earn a deep basic understanding and can classify structure-property relationships on all size scales. get to know special manufacturing and processing methods and can differentiate them. Evaluieren (Beurteilen) receive a deep insight into special metallic material systems and are able to make a material selection against the background of application profiles. are able to assess the relationships between production and microstructure or properties of metallic materials. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Werkstoffkunde und Technologie der Metalle Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich	
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46215	Oberflächentechnologie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Beschichtungstechnologie (2 SWS) Praktikum: Praktikum Oberflächentechnologie (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Vorlesung Experimentelle Methoden (0 SWS)	2,5 ECTS 2 ECTS 0,5 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal Peter Randelzhofer	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Verfahren der Oberflächentechnologie • Vertiefung CVD-Beschichtung und spezielle Anwendungen am Beispiel von CVD-Beschichtungen • praktische Arbeiten zum Thema CVD-Beschichtung und Tribologie • experimentelle Methoden der Wärmebehandlung • praktische Arbeiten zum Thema Oberflächenhärten 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ können die Methoden der Oberflächentechnik gezielt einsetzen ◦ entwickeln ein tiefes Verständnis für CVD-Prozesse ◦ können die experimentellen Methoden der Wärmebehandlung und CVD-Beschichtungstechnik beurteilen Evaluieren (Beurteilen) sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Prozess und Mikrostruktur bzw. Festigkeit von Oberflächen gehärteten Stählen zu beurteilen Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46216	Pulvermetallurgie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Pulvermetallurgie (1 SWS)	1 ECTS
		Praktikum: Praktikum Defekteinfluss auf die mechanischen Eigenschaften (1 SWS)	1 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Defekteinfluss auf die mechanischen Eigenschaften (0 SWS)	0,5 ECTS
		Vorlesung: Pulvermetallurgie (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Peter Randelzhofer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Pulverherstellung • Pulvercharakterisierung • Pressen und Sintern • spezielle Sintermethoden und alternative Konsolidierungsmethoden (Additive Fertigung, PM-Spritzguss) • Anwendungen (Hartmetalle und Beschichtungen) • praktische Arbeiten zum Thema Pulvermetallurgie und Schäumen von Metallen • Einfluss von Poren und Kerben auf die mechanischen Eigenschaften • praktische Arbeiten zum Thema Defekteinfluss auf die mechanischen Eigenschaften 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ erwerben ein Verständnis für industrielle Arbeitsmethoden. Anwenden können die unterschiedlichen Prozessschritte der Pulvermetallurgie einordnen. Evaluieren (Beurteilen) durchdringen den Zusammenhang zwischen Prozessparametern und Eigenschaften von gesinterten Bauteilen. leiten mechanische Eigenschaften von der Poren- und Defektstruktur des Bauteils ab. Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Glas und Keramik

1	Modulbezeichnung 46223	Funktionskeramiken I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercise Functional Ceramics I: electrical properties (2 SWS) Vorlesung: Neuer Master: WS-Funktionskeramik I (3 SWS)	2 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Neamul Hayet Khansur Prof. Dr. Kyle Webber	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Kyle Webber
5	Inhalt	<p> Funktionskeramik </p> <p>Dieser Kurs bietet eine Einführung in die Funktionskeramik, einschließlich Abschnitten über dielektrische, piezoelektrische, ferroelektrische und ferroelastische Eigenschaften der Elektrokeramik. Die Konzepte werden mit makroskopischen Materialeigenschaften dargestellt und in Verbindung mit den mikrostrukturellen Ursprüngen diskutiert.</p> <p> Übung für Funktionskeramik I: Elektrische Eigenschaften </p> <p>In diesem Laborkurs werden die Teilnehmer in die Messung dielektrischer Eigenschaften mit einem LCR-Meter und einem Impedanzspektrometer eingeführt. Es wird ein Equivalent-Circuit aufgebaut, um die Fähigkeit der Impedanzspektroskopie zu demonstrieren, verschiedene zeitabhängige Prozesse z.B. am Kristallgitter und an der Korngrenze zu trennen.</p> <p>*English*</p> <p> Functional Ceramics I </p> <p>This course provides an introduction to functional ceramics, including sections on dielectric, piezoelectric, ferroelectric, and ferroelastic properties of electroceramics. Concepts are presented with macroscopic material properties and discussed in conjunction with microstructural origins.</p> <p> Exercise for Functional Ceramics I: Electrical Properties </p> <p>In this laboratory course, students will be introduced to the measurement of dielectric properties using an LCR meter and an impedance spectrometer. An equivalent circuit will be set up to demonstrate the ability of impedance spectroscopy to separate different time-dependent processes, e.g., at the crystal lattice and at the grain boundary.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> kennen den Aufbau, die Herstellung, die Eigenschaften von Funktionskeramiken

		<ul style="list-style-type: none"> • können diese charakterisieren • kennen deren Anwendung für Tätigkeiten im institutionellen und industriellen Umfeld mit diesem Werkstoffschwerpunkt . • haben ein vertieftes Verständnis folgender Eigenschaften von Keramik: elektrische und mechanische Eigenschaften • haben vertiefte Kenntnisse in den Prozessen zur Herstellung von Keramiken sowie der Methoden zur Bestimmung wichtiger Eigenschaften, Erklärung der Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung, Gefüge, Eigenschaften <p>*English*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the structure, the production, the properties of functional ceramics • can characterize them • know their application for activities in the institutional and industrial environment with this material focus . • have an in-depth understanding of the following properties of ceramics: electrical and mechanical properties
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46224	Funktionskeramiken II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Structural analysis of functional ceramics using advanced diffraction techniques (2 SWS) Übung: Übung for Funktionskeramik II: Structural Analysis (2 SWS)	3 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Neamul Hayet Khansur Prof. Dr. Kyle Webber	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Kyle Webber
5	Inhalt	Structural analysis of functional ceramics using advanced diffraction techniques <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Students will learn how to extract various structural parameters using different data analysis (e.g. Selected peak-fitting, Le Bail fitting and Rietveld structural refinement) techniques and how these structural parameters can be correlated with different macroscopic properties. A brief overview of the recent developments and future scopes in the field of structural analysis (e.g., 3D- XRD, diffuse scattering) using diffraction technique will be highlighted to conclude the course
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die notwendigen wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse zur mikrostrukturellen Charakterisierung von Keramiken mittels Beugungsmethoden. • haben ein vertieftes Verständnis folgender Eigenschaften von Keramik: elektrische, thermische und mechanische Eigenschaften • verstehen die Einflüsse der Struktur und Gefüge auf elektromechanische Eigenschaften • wissen und verstehen wie Beugungstechniken funktionieren und welche grundlegenden Modelle für die Analyse zur Verfügung stehen • können mit passender Software umgehen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig

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

1	Modulbezeichnung 46225	Funktionskeramiken III (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Neuer Master: WS-Übung für Funktionskeramiken III: Mechanische Eigenschaften (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mechanical Properties and Fracture of Ceramics (2 SWS)	2 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Neamul Hayet Khansur Prof. Dr. Kyle Webber	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Kyle Webber	
5	Inhalt	Mechanical Properties and Fracture of Ceramics <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Das Laborpraktikum vermittelt praktische Erfahrungen in der makroskopischen mechanischen Charakterisierung von keramischen Werkstoffen, wobei speziell linear elastische und ferroelastische Werkstoffe untersucht werden. *English* Mechanical Properties and Fracture of Ceramics This course will introduce participants to the origins of the mechanical behavior of ceramic materials through discussions of atomic structure and microstructure. Here, participants will be introduced to linear elastic fracture mechanics and some concepts related to nonlinear fracture mechanics. Then, various toughness mechanisms will be presented and discussed, including phase transformation, ferroelasticity, and crack bridging. In the final section of the lecture, fractographic techniques for the analysis of fracture surfaces as well as subcritical crack growth will be presented. Exercise for Functional Ceramics III: Mechanical Properties This laboratory practical course provides hands-on experience in the macroscopic mechanical characterization of ceramic materials, specifically studying linear elastic and ferroelastic materials. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • lernen die Ursprünge der mechanischen Eigenschaften von Keramiken kennen • verstehen, wie sich keramische Werkstoffe nichtlinear, hysteretisch oder plastisch verformen können und wie dies das Bruchverhalten beeinflussen kann • erlernen der Grundlagen der linear-elastischen Bruchmechanik, insbesondere der Hintergründe der Energiefreisetzungsrate und des Spannungsintensitätsfaktors • verstehen Bruchflächen zur Analyse der Bruchentstehung genutzt werden können • verstehen, wie Risse unterkritisch wachsen können und können diese charakterisieren *English*	

		<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • learn the origins of the mechanical properties of ceramics • understand how ceramic materials can deform nonlinearly, hysteretically, or plastically and how this can affect fracture behavior • learn the fundamentals of linear elastic fracture mechanics, especially the background of the energy release rate and stress intensity factor • understand fracture surfaces can be used to analyze fracture initiation • understand where cracks can grow subcritically and be able to characterize them
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46228	Glas I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Neuer Master: WS-Vibrational spectroscopies, from theory to practice (2 SWS) Vorlesung: Neuer Master: WS-Optical properties of glasses (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Ligny	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dominique Ligny
5	Inhalt	<p> Optical properties of glasses </p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamental concepts: The electromagnetic spectrum and units, Absorption, Luminescence, Scattering • Optical transparency of solids: Optical magnitudes and the dielectric constant, The Lorentz Oscillator, Metals, Semiconductors and insulators, Excitons, Reflection and polarization • Optical glasses: Optical aberration and solutions, Dispersion properties and composition • Colors in glasses: The eye, Optically Active Centers, Transition metals in glasses, Metallic and Chalcogenide nanoparticles • Chromism: Thermochromism, Photochromism, Gasochromism, Electrochromism • IR glasses: Chalcogenide, Fluorite glasses • Optical Fibers: Principle, Manufacturing, Applications, Photonic fibers <p> Vibrational spectroscopies, from theory to practice </p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature of vibrations inside matter • Interaction light matter • Instrumentation • Raman application • Infrared Spectroscopy • Advanced technics
6	Lernziele und Kompetenzen	<p> Spectroscopy techniques applied to amorphous materials </p> <p>The students will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understand the solid state physic background link to the optical properties of all type of materials • Be able to explain the different ways to create colors • Choose the appropriate glass compositions to realize optical device in the infrared region • Have an overview of the different technologies link to light management • Know the different parameters that define an Optical glass fiber and choose them in regard of the attended application

		Vibrational spectroscopies, from theory to practice The student will <ul style="list-style-type: none"> • Understand in a comprehensive way the solid state physic background link to these spectroscopies • Know the different parts of a spectrometer and their characteristic parameter • Exercise himself to set the parameters of an observation and run the measurements • Treat the data by applying the needed corrections • Evaluate the data using peak fitting, momentum calculations and Principal Component Analysis • Deduce information on the structure of common glasses
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46229	Glas II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Glass formulation using project management (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Ligny	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dominique Ligny
5	Inhalt	<p>Glass formulation using project management:</p> <p>Intensive exercise of 6 half days at the end of the semester.</p> <p>The teaching follows an "on time approach. After presentation of the case study, an introduction to the project management is given. Analytical tools are given to the students than can use them directly on the case study. The project is then defined through brainstorming followed by Solution analysis and quotation. The rules for scheduling, monitoring and controlling a project are introduced before the case study is started to be solved. An emphasis is given on reporting by quick presentation at the end of each half day by the project team. In conclusion a last time is taken to analyze the personal issues encounter during these six half days. That help the students to have a pragmatic thinking about what could have been a better project team and the need of a leader.</p> <p>Glass and Ceramic for Energy-technology:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materials and energy • Solar Energy • Solar Thermal • Photovoltaic Energy • Insulation • Wind Energy • Nuclear waste glass storage • Energy in glass processing • Fuel Cell and Ion conductivity • Lighting LED and LASER REE technology
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Glass formulation using project management</p> <p>The student will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Learn the different concept used in project management as well as its specific vocabulary • Practice the project management in a small team • Use the different tools of project management • Go from an application to the conception of a product <p>Glass and Ceramic for Energy-technology</p> <p>The student will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understand the global environmental issues related to the use of glasses for:

		<ul style="list-style-type: none"> • Nonrenewable energy sources • Renewable energy sources • Energy efficiency • Energy storage • Know the improvement needed in the future • Look for solution by linking the expected performance to the glass properties • Be able to choose the good glass composition, production and shaping processes
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46221	Keramische Werkstoffe: Grundlagen und Technologien (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Sintering and advanced densification methods (0 SWS)</p> <p>Vorlesung mit Übung: Physical and chemical properties of glass and ceramics II: Non-equilibrium systems (2 SWS)</p> <p>Vorlesung: Neuer Master: WS-Struktur and Eigenschaften I: Mechanokeramik (0 SWS)</p> <p>Vorlesung mit Übung: Physical and chemical properties of glass and ceramics I: Equilibrium systems (2 SWS)</p>	<p>3 ECTS</p> <p>3 ECTS</p> <p>1 ECTS</p> <p>3 ECTS</p>
3	Lehrende	<p>Prof. Dr. Kyle Webber</p> <p>Prof. Dr. Dominique Ligny</p> <p>PD Dr.habil. Tobias Fey</p>	

4	Modulverantwortliche/r	<p>PD Dr.habil. Tobias Fey</p> <p>Prof. Dr. Dominique Ligny</p> <p>Prof. Dr. Kyle Webber</p>
5	Inhalt	<p> Physikalisch-chemische Grundlagen von Glas und Keramik I: Equilibrium systems </p> <ul style="list-style-type: none"> • Atomic bonds • Common crystal structures • Volume, thermal expansion and compressibility • Heat capacity and entropy • Solutions • Phase diagrams • Homogeneous systems • Heterogeneous systems • Phase transition <p> Mechanokeramik </p> <ul style="list-style-type: none"> • Keramik als Konstruktionswerkstoff • Festigkeit (bruchmechanische Grundlagen, Berechnungskonzeptionen) • Konstruieren (Grundlagen, keramische Bauteile, lösbare Verbindungen) • Bearbeiten (abrasive und nichtabrasive Verfahren) • Verbindungstechnik (form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindungen) • Bauteilprüfung (proof test, zerstörungsfreie Prüfverfahren) • Werkstoffe und Anwendungen • Oxidkeramiken (Al₂O₃, ZrO₂, Al₂TiO₅, Al₆Si₂O₁₃, Mg₂Al₄Si₅O₁₈) • Nichtoxidkeramiken (C, B₄C, SiC, Si₃N₄, AlN) • Faserverbundkeramik

|Physikalisch-chemische Grundlagen von Glas und Keramik II: Non-equilibrium systems|

- Time related properties:
- Thermal conductivity, Thermal shock and thermal fatigue, Viscosity, Relaxation, Superplasticity
- Glass transition and their characteristic properties
- Chemical behavior at high temperatures:
- Oxidation, corrosion, devitrification
- Design of glass ceramics:
- Theory of nucleation and growth, Morphology, Applications

|Sintering and advanced densification methods|

- Hochtemperaturprozesse bei polykristallinischer Keramiken (Grundlagen des Sinterns, Diffusionsmechanismen, Defekte)
- Mikrostrukturkontrolle (Sinterparameter, Zusammensetzungseffekte)
- Einfluss der Gefüge auf die physikalischen Eigenschaften

English

|Physico-chemical fundamentals of glass and ceramics I: Equilibrium systems |

- Atomic bonds
- Common crystal structures
- Volume, thermal expansion and compressibility
- Heat capacity and entropy
- Solutions
- Phase diagrams
- Homogeneous systems
- Heterogeneous systems
- Phase transition

|Mechanoceramics|

- Ceramics as a structural material
- Strength (fracture mechanics basics, calculation concepts)
- Design (basics, ceramic components, detachable connections)
- Machining (abrasive and non-abrasive processes)
- Joining technology (form-fit, force-fit and material-fit joints)
- Component testing (proof test, non-destructive testing methods)
- Materials and applications
- Oxide ceramics (Al_2O_3 , ZrO_2 , Al_2TiO_5 , $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$, $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$)
- Non-oxide ceramics (C, B_4C , SiC, Si_3N_4 , AlN)
- Fiber composite ceramics

		<p>[Physico-chemical fundamentals of glass and ceramics II: Non-equilibrium systems]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Time related properties: • Thermal conductivity, Thermal shock and thermal fatigue, Viscosity, Relaxation, Superplasticity • Glass transition and their characteristic properties • Chemical behavior at high temperatures: • Oxidation, corrosion, devitrification • Design of glass ceramics: • Theory of nucleation and growth, Morphology, Applications <p>[Sintering and advanced densification methods]</p> <ul style="list-style-type: none"> • High temperature processes in polycrystalline ceramics (basics of sintering, diffusion mechanisms, defects) • Microstructure control (sintering parameters, composition effects) • Influence of microstructure on physical properties
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erlernen des strukturellen Aufbaus von Gläsern und Keramiken und der damit verbundenen Grundeigenschaften sowie der Einteilung nichtmetallisch-anorganischer Werkstoffklassen • vertiefen die wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse auf dem Gebiet der mechanischen Eigenschaften von Gläsern und Keramiken für Tätigkeiten im institutionellen und industriellen Umfeld. • verstehen die Thermodynamik und die Zustandsdiagramme dieser Werkstoffklassen • können die Eigenschaften nichtmetallisch-anorganischer Werkstoffe im Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung, Aufbereitung, Struktur und Gefüge bewerten • können selbständig über Werkstoffauswahl vor dem Hintergrund von Anwendungsprofilen entscheiden <p>*English*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • learn the structural composition of glasses and ceramics and the basic properties associated with them, as well as the classification of non-metallic-inorganic material classes • deepen the scientific and practical knowledge in the field of mechanical properties of glasses and ceramics for activities in institutional and industrial environments. • understand the thermodynamics and the state diagrams of these classes of materials

		<ul style="list-style-type: none"> • can evaluate the properties of non-metallic inorganic materials in relation to chemical composition, preparation, structure and microstructure • can independently decide on material selection against the background of application profiles
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Glas und Keramik Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46222	Keramische Werkstoffe: Prozessierung und Eigenschaften (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Processing of Ceramics (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Functional and Optical Properties of Glass and Ceramics (2 SWS)	3 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.habil. Tobias Fey Dr. Maria Rita Cicconi Dr. Neamul Hayet Khansur	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Dominique Ligny	
5	Inhalt	Processing of Ceramics <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Halbleiter und Leiter (Defektstrukturen, Dotierung) ◦ Anwendungsbeispiele ◦ advanced experiments on the production and characterization of ceramics Functional and Optical Properties of Glass and Ceramics Semiconductors and conductors (defect structures, doping) application examples 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ haben ein vertieftes Verständnis folgender Eigenschaften von Glas und Keramik: optische, elektrische, thermische und mechanische Eigenschaften ◦ erlernen die Prozesse zur Herstellung von Gläsern und Keramiken sowie die Methoden zur Bestimmung wichtiger Eigenschaften, Erklärung der Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung, Gefüge, Eigenschaften ◦ deepen the practical knowledge in the field of production of ceramic materials have a deeper understanding of the following properties of glass and ceramics: optical, electrical, thermal and mechanical properties learn the processes for the production of glasses and ceramics as well as the methods for determining important properties, explain the relationships between composition, microstructure, properties 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Glas und Keramik Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich	
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46226	Porous and cellular Ceramics I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermal and mechanical characterisation (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Neuer Master: WS-Microstructural characterization (3 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.habil. Tobias Fey	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey
5	Inhalt	Microstructural characterization <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Charakterisierung poröser und zellulärer Keramiken durch den Einsatz gängiger Methoden wie He-Pyk, Hg- Porosimetrie, μCT, SEM, Permeabilität • Einsatz von Bildanalyse und Simulationen zur Strukturparameterberechnung wie Zellgröße, Stegbreite, Anisotropie, Interkonnektivität und Tortuosität • Strukturelle Besonderheiten poröser Werkstoffe Thermal and mechanical characterisation <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung thermischer / mechanischer Eigenschaften an porösen und zellulären Werkstoffen • Bestimmung des Einflusses der Porosität, Porenform und Porenform auf die physikalischen Eigenschaften *English*
		Microstructural characterization <ul style="list-style-type: none"> • Structural characterization of porous and cellular ceramics by using common methods such as He-Pyk, Hg-porosimetry, μCT, SEM, permeability • Use of image analysis and simulations to calculate structural parameters such as cell size, web width, anisotropy, interconnectivity and tortuosity • Structural features of porous materials Thermal and mechanical characterization <ul style="list-style-type: none"> • Determination of thermal / mechanical properties of porous and cellular materials • Determination of the influence of porosity, pore shape and pore form on physical properties
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen die Auswahl von Charakterisierungsmethoden und deren Einsatz sowie Grenzen der Anwendbarkeit der Untersuchungsmethoden und Algorithmen • Entscheiden die Auswahl der Charakterisierungsmethodik vor dem Hintergrund der Einsatzgrenzen

		<ul style="list-style-type: none"> • Vermitteln der notwendigen wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse zur Charakterisierung von porösen und Keramiken für Tätigkeiten im institutionellen und industriellen Umfeld mit diesem Werkstoffschwerpunkt. • Vertiefen das Verständnis über die Mikrostruktur poröser und zellulärer keramischer Werkstoffe und deren Auswirkung auf die physikalischen Eigenschaften <p>*English*</p> <p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Learn the selection of characterization methods and their use as well as limits of applicability of the investigation methods and algorithms • Decide the choice of characterization methodology in the light of the limits of application • Provide the necessary scientific and practical knowledge to characterize porous and ceramics for activities in institutional and industrial settings with this material focus. • Deepen understanding of the microstructure of porous and cellular ceramic materials and its effect on physical properties.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46227	Porous and cellular Ceramics II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous and cellular Ceramics for engineers (2 SWS) Vorlesung: Porous and cellular applications (2 SWS)	3 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr.habil. Tobias Fey	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey
5	Inhalt	<p>Porous and cellular Ceramics for engineers</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Struktur poröser und zellulärer Keramiken über unterschiedliche Längenskalen • Herstellungsverfahren poröser und zellulärer Keramiken über konventionelle bis hin zu additiven Verfahren • Physikalische Eigenschaften in Abhängigkeit von der Porosität, Porenform und Porenart • Anwendungsgebiete poröser und zellulärer Strukturen insbesondere a) Leichtbau, b) Katalyse, c) Energie und d) Scaffolds <p>Porous and cellular applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Praktische Herstellung keramische poröse Scaffolds über unterschiedliche in der Vorlesung behandelte Verfahren • Variation der Herstellungsparameter zur Modifikation der Mikrostruktur und Porenform und -art für den jeweiligen Anwendungsbereich (offen- / geschlossenzellig) • Durchführung von anwendungsnahen Untersuchungen
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen der notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen zur Struktur und Aufbau sowie Herstellung und Anwendung von porösen und zellulären Keramiken • intensivieren Ihr Wissen über die Herstellung poröser und zellulärer keramischer Werkstoffe und deren Auswirkung auf die strukturellen und physikalischen Eigenschaften • lernen die Auswahl von Werkstoff- und Verfahren vor dem Hintergrund von Anwendungsprofilen anhand von Beispielen anzuwenden • vertiefen die wissenschaftlichen Grundlagen in anwendungsnahen Untersuchungen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnology 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46233	Seminar modul (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Neuer Master: WS/SS-Industry report seminar: wird ersetzt durch Hauptseminar M12 (1 SWS) Übung: Neuer Master: WS-Literature seminar : wird ersetzt durch Hauptseminar M12 (2 SWS) Seminar: Bachelorvorträge für BA Arbeiten bei Glas und Keramik (2 SWS) Seminar: Main Seminar (Hauptseminar) M12 (2 SWS)	- - 0,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kyle Webber PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Dominique Ligny PD Dr. Stephan Wolf apl.Prof.Dr. Nahum Travitzky	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Dominique Ligny Prof. Dr. Kyle Webber PD Dr. Stephan Wolf
5	Inhalt	Science Seminar with reports on scientific projects <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Vortragende aus der Industrie berichten aktuelle wissenschaftliche Themen und Projekte Literature seminar Zusammenfassung eines wissenschaftlichen Papers in Form eines Vortrages und eines Posters
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen Ihre Kenntnisse über Präsentationstechniken • erlernen die Recherche von Literatur durch den Einsatz von Datenbanken • verstehen den inhaltlichen Aufbau von wissenschaftlichen Vorträgen und Berichten und können dies umsetzen • erlernen die Erstellung von wissenschaftlichen Postern und Berichten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Leistungsschein
11	Berechnung der Modulnote	Leistungsschein (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Korrosion und Oberflächentechnik

1	Modulbezeichnung 46236	Grundlagen der Elektrochemie - Vertiefung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Basics Electrochemistry II (1 SWS)	1 ECTS
3	Lehrende	Dr. Alexander Tesler	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen
5	Inhalt	<p>Der Elektrochemie kommt große Bedeutung sowohl im wissenschaftlichen als auch technologischen Kontext zu. Heutige Forschungsarbeiten konzentrieren sich hauptsächlich (aber nicht ausschließlich) auf die Themengebiete Nanotechnologie und Anwendungen der Energietechnik wie Brennstoffzellen, Batteriesysteme und Solarzellen. Prinzipiell widmet sich die Elektrochemie dem Zusammenspiel von Elektrizität und chemischen Reaktionensabläufen in der Art, dass freie chemische Energie, die mit einer Reaktion einhergeht, in elektrische Energie konvertiert wird (z.B. Brennstoffzellen) oder aber elektrische Energie Verwendung findet um beispielsweise stabile Verbindungen zu zersetzen (z.B. Chlorgaserzeugung). Die Lehrveranstaltung leitet die Studierenden an, die Grundlagen der Elektrochemie zu verstehen und erläutert grundlegende Methoden und Arbeitsweisen um elektrochemische Reaktionen und darauf basierende Anwendungen zu verstehen.</p> <p>Electrochemistry plays an important role in scientific and technological fields. Nowadays, the research areas are focused, but not limited, on nanotechnology and energy devices, i.e. fuel cells, battery systems and solar cells. In principle, the electrochemistry involves the study of relationship between electricity and chemical reactions, such that chemical free energy associated with a reaction is converted into electrical energy (e.g. fuel cells) or conversely, electricity is used to decompose stable chemical systems (e.g. production of chlorine). The lecture program provides an opportunity for students to understand the basics of electrochemistry and provide the fundamental tools for understanding electrochemical-reactions and electrochemical-devices.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Basics Electrochemistry</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren und wenden rechnerisch thermodynamischer Grundbegriffe und Modelle an (Enthalpie, Entropie, Gibbs-Energie, chemische Gleichgewichte). • vergleichen verschiedene Elektrolyte (Wässrige Lösungen, Organische Lösungen, Festphasenelektrolyte. Vergleichen verschiedener Elektrodenarten und deren Elektrodenpotential. • wenden die Nernst-Gleichung an. • definieren elektrochemische Systeme (Elektrolysezellen, Galvanische Zellen). • erläutern Elektroden/Elektrolyt-Grenzflächen (elektrochemische Doppelschicht).

		<ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Zusammenhänge von Reaktionsraten und Stromstärke und können diese diskutieren. • bewerten die Kinetik von Elektrodenreaktionen (stofftransportkontrolliert, ladungsdurchtrittskontrolliert, reaktionskontrolliert). <p>leiten die Butler-Volmer-Gleichung her.</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die theoretischen Grundlagen instrumenteller Techniken und technologischer Anwendungen (Brennstoffzellen, Batteriesysteme, elektrochemische Bauteile und Anwendungen). Defining and operating with fundamental thermodynamic concepts and models (enthalpy, entropy, free energy, chemical equilibrium). Comparing of Electrolytes (aqueous solutions, organic solutions, solid phase electrolytes. Comparing different types of electrodes and their electrode potential. Applying the Nernst equation. Defining electrochemical systems (electrolytic cells and galvanic cells). Elucidating Electrode-solution interfaces (electric double layer). Discussing the relationship between electrochemical reaction rate and current. Assessing electrode kinetics (mass transport control, charge transfer control, reaction control). Deriving the Butler-Volmer equation. Describing the theoretical background of instrumental techniques and technologies (fuel cells, battery systems, electrochemical devices).
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Belegung der Module M1, M6 oder M8. Immatrikulation im MA-Studium.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Korrosion und Oberflächentechnik Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Vorbereitende Literatur Wird im Zuge der Lehrveranstaltung vorgestellt.

1	Modulbezeichnung 46237	Oberflächenanalyse I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Surface Analysis I (1 SWS) Seminar: Seminar Surface Science and Corrosion (2 SWS)	1 ECTS -
3	Lehrende	Michael Höhlinger Prof. Dr. Patrik Schmuki	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Patrik Schmuki
5	Inhalt	<p>*Surface Analysis I + II (VI+Ü)*</p> <p>The generation of nanostructured materials gained relevance in the recent years and efficient characterization methods were developed, permitting insight into the topographical and chemical nanostructure of materials. The scope of this course covers a range of surface analytical instruments, discussing their principle mode of operation, application and data interpretation. All discussed instruments are also available at the chair and tutorials at the machines are a part of the lecture. The fabrication of nanostructured materials from particles to complex 3 dimensional structures is the topic of the second part of this lecture.</p> <p>Die Strukturierung von Werkstoffoberflächen auf der Nanoskala erlangte in jüngster Vergangenheit große Bedeutung was nicht zuletzt auf der Entwicklung hocheffizienter Charakterisierungsmethoden fußt. Diese erlauben eine hochauflösende Analyse der topografischen sowie chemischen Natur der Oberfläche. Im Zuge dieser Lehrveranstaltung (Teil I) werden eine Vielzahl Oberflächenanalytischer Verfahren und Instrumente erläutert und deren Funktionsprinzip und etwaige Betriebsmodi besprochen, wobei auch auf die Messdateninterpretation Wert gelegt wird. Für die am LS vorhandenen Verfahren erfolgt außerdem eine Begehung der Labore wobei die Studierenden einen konkreten Eindruck der diversen Techniken erhalten können. Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung (Teil II) wird die Darstellung nanostrukturierter Werkstoffe besprochen. Hierbei wird auf Partikel bis hin zu komplexen dreidimensionalen Strukturen eine große Bandbreite der Oberflächenmodifikation abgedeckt.</p> <p>*Seminar Surface Science and Corrosion*</p> <p>Das Seminar Surface Science and Corrosion bietet die Gelegenheit Einblicke in den aktuellen Stand der Forschungsfelder des Lehrstuhls zu erlangen. Hierbei werden Fallbeispiele präsentiert und diskutiert und so ein tiefgehendes Verständnis der Messmethoden, welche in der VL Surface Analysis vermittelt werden, ermöglicht. Neben dieser inhaltlichen Komponente der Art eines Frontalunterrichtes, ist es möglich und sehr erwünscht die Thematiken zu diskutieren. Den Studierenden ist es hierbei neben dem Erwerb von Fachwissen möglich, einen ersten Eindruck vom Ablauf wissenschaftlicher Konferenzen bzw. Tagungen zu erhalten.</p>

		<p>The seminar Surface science and Corrosion offers the opportunity to gather insights into the current research areas of the chair. In the course of the seminar results are presented and discussed what enables a profound understanding of the techniques that are taught within the lecture Surface Analysis. Besides this factual part, the students have furthermore the chance (and are supposed) to ask questions to the speakers. This is an important insight into the academic working environment that might be especially relevant for prospective PhD-students.</p>
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Surface Analysis I + II (VI+Ü):</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen fundamentaler Konzepte im Bereich Kristallographie • können Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren der Oberflächencharakterisierung kritisch diskutieren • verstehen die theoretischen Grundlagen von STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS • kennen verschiedener Herstellungsmethoden für Nanostrukturen und Anwendung von CVD. • verstehen das Prinzip des Sol-Gel Prozesses • kennen die Anwendungen nanostrukturierter Oberflächen • kennen und verstehen Verfahren zur Oberflächenanalyse bei Nanomaterialien <p>Describing of basic concepts in crystallography. Evaluating different kinds of surface characterization techniques (pros and cons). Elucidating the theoretical background of STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS. Defining fabrication methods of nanostructures and elucidation of nanostructured CVD. Describing the sol-gel process. Reporting applications of nanostructured surfaces. Elucidation of surface analytical techniques for</p> <p>nanomaterial characterization.</p> <p>Seminar Surface Science and Corrosion</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden wissenschaftlicher Verfahren und Techniken in der Forschung (Beispiele)an • haben Erfahrung bezüglich des Ablaufs und der Gepflogenheiten im wissenschaftlichen Arbeitsumfeld durch aktive Teilnahme an Diskussionen. • besitzen Softskills als Vorbereitung auf eine wissenschaftliche Karriere <p>Appliance of scientific techniques in research (discussion of examples). Generating experience in scientific community. Participation in scientific discussions. Acquiring of soft-skills for futural scientific careers.</p>

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Vorbereitende Literatur Wird im Zuge der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung 46238	Oberflächenanalyse II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Surface Analysis I/II (2 SWS) Seminar: Seminar Surface Science and Corrosion (2 SWS) Übung: Übung Surface Analysis II (1 SWS)	3 ECTS - 1 ECTS
3	Lehrende	Michael Höhlinger Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen Dr. Anca Valentina Mazare	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Patrik Schmuki
5	Inhalt	<p>*Surface Analysis I + II (VI+Ü)*</p> <p>The generation of nanostructured materials gained relevance in the recent years and efficient characterization methods were developed, permitting insight into the topographical and chemical nanostructure of materials. The scope of this course covers a range of surface analytical instruments, discussing their principle mode of operation, application and data interpretation. All discussed instruments are also available at the chair and tutorials at the machines are a part of the lecture. The fabrication of nanostructured materials from particles to complex 3 dimensional structures is the topic of the second part of this lecture.</p> <p>Die Strukturierung von Werkstoffoberflächen auf der Nanoskala erlangte in jüngster Vergangenheit große Bedeutung was nicht zuletzt auf der Entwicklung hocheffizienter Charakterisierungsmethoden fußt. Diese erlauben eine hochauflösende Analyse der topografischen sowie chemischen Natur der Oberfläche. Im Zuge dieser Lehrveranstaltung (Teil I) werden eine Vielzahl Oberflächenanalytischer Verfahren und Instrumente erläutert und deren Funktionsprinzip und etwaige Betriebsmodi besprochen, wobei auch auf die Messdateninterpretation Wert gelegt wird. Für die am LS vorhandenen Verfahren erfolgt außerdem eine Begehung der Labore wobei die Studierenden einen konkreten Eindruck der diversen Techniken erhalten können. Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung (Teil II) wird die Darstellung nanostrukturierter Werkstoffe besprochen. Hierbei wird auf Partikel bis hin zu komplexen dreidimensionalen Strukturen eine große Bandbreite der Oberflächenmodifikation abgedeckt.</p> <p>*Seminar Surface Science and Corrosion*</p> <p>Das Seminar Surface Science and Corrosion bietet die Gelegenheit Einblicke in den aktuellen Stand der Forschungsfelder des Lehrstuhls zu erlangen. Hierbei werden Fallbeispiele präsentiert und diskutiert und so ein tiefgehendes Verständnis der Messmethoden, welche in der VL Surface Analysis vermittelt werden, ermöglicht. Neben dieser inhaltlichen Komponente der Art eines Frontalunterrichtes, ist es möglich und sehr erwünscht die Thematiken zu diskutieren. Den Studierenden</p>

		<p>ist es hierbei neben dem Erwerb von Fachwissen möglich, einen ersten Eindruck vom Ablauf wissenschaftlicher Konferenzen bzw. Tagungen zu erhalten.</p> <p>The seminar Surface science and Corrosion offers the opportunity to gather insights into the current research areas of the chair. In the course of the seminar results are presented and discussed what enables a profound understanding of the techniques that are taught within the lecture Surface Analysis. Besides this factual part, the students have furthermore the chance (and are supposed) to ask questions to the speakers. This is an important insight into the academic working environment that might be especially relevant for prospective PhD-students.</p>
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Surface Analysis I + II (VI+Ü):</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben fundamentale Konzepte im Bereich Kristallographie. • diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren der Oberflächencharakterisierung. • verstehen die theoretischen Grundlagen von STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS. • kennen verschiedene Herstellungsmethoden für Nanostrukturen und Anwendung von CVD. • verstehen den sol-gel Prozesses und können ihn wiedergeben. • kennen verschiedene Anwendungen nanostrukturierter Oberflächen. • können Verfahren zur Oberflächenanalyse bei Nanomaterialien kritisch diskutieren. <p>Describing of basic concepts in crystallography. Evaluating different kinds of surface characterization techniques (pros and cons). Elucidating the theoretical background of STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS. Defining fabrication methods of nanostructures and elucidation of nanostructured CVD. Describing the sol-gel process. Reporting applications of nanostructured surfaces. Elucidation of surface analytical techniques for</p> <p>nanomaterial characterization.</p> <p>Seminar Surface Science and Corrosion</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden wissenschaftliche Verfahren und Techniken in der Forschung (Beispiele) an. • haben Erfahrung in Bezug auf Ablauf und Gepflogenheiten im wissenschaftlichen Arbeitsumfeld durch aktive Teilnahme an Diskussionen.

		<ul style="list-style-type: none"> erwerben Softskills (Vortragsdarstellung / Diskussion) zur Vorbereitung auf eine wissenschaftliche Karriere. <p>Appliance of scientific techniques in research (discussion of examples). Generating experience in scientific community. Participation in scientific discussions. Acquiring of soft-skills for futural scientific careers.</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Belegung des Wahlmoduls 2: Oberflächenanalyse I Immatrikulation im MA-Studium
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Wird im Zuge der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung 46234	Oberflächentechnik und Elektrochemie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Corrosion Science (2 SWS) Vorlesung: Basics Electrochemistry I (2 SWS) Übung: Berechnung von Korrosionsproblemen (2 SWS) Vorlesung: Surface Modification techniques (2 SWS) Übung: Übung Basics Electrochemistry I (1 SWS)	3 ECTS 3 ECTS 1 ECTS 3 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende	Michael Strebl Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen Dr. Alexander Tesler Sebastian Hagen Michael Höhlinger Lucia Prado Prof. Dr. Patrik Schmuki	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen
5	Inhalt	<p>*Advanced Corrosion Science*</p> <p>Recap of fundamental background in electrochemistry and corrosion</p> <p>Introduction to advanced methods in corrosion science:</p> <p>Electrochemical methods (Polarization curve, EIS, EC noise)</p> <p>Local techniques (SVET, SKP, SIET, LEIS)</p> <p>Non electrochemical techniques: Respirometry, mass loss, solution analysis, resistance method</p> <p>Surface analysis (SEM, TEM, EDX, XPS, Auger, ToF SIMS, GDOES, atom probe analysis)</p> <p>Discussion of current issues in corrosion science:</p> <p>Biodegradable metals</p> <p>Passive films und localized corrosion</p> <p>Atmospheric corrosion</p> <p>Corrosion in nuclear waste repositories</p> <p>Corrosion of advanced materials: AM, BMG, high entropy alloys und ultrafine-grained materials</p> <p>Drinking water corrosion, microbially induced corrosion, cathodic protection</p>

Inhibitors und smart coatings

Mg und Al corrosion

Corrosion Modelling, DFT

(Corrosion in) Electrochemical energy storage and conversion

Corrosion failure case studies and analysis: Discussion of the conditions and mechanisms that led to corrosion failure based on observations and experimental evidence and derivation of a solution to the problem.

Surface Modification Techniques

Innerhalb der Materialwissenschaften kommt der Oberflächenmodifikation entscheidende Bedeutung zu.

Neben der Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit sowie der tribologischen Eigenschaften können dadurch auch gänzlich neue Eigenschaften generiert werden. Im Zuge dieser Lehrveranstaltung werden diverse Methoden der Oberflächenmodifikation und Oberflächenfunktionalisierung beleuchtet. Es werden die Grundlagen aber auch Fallbeispiele derartiger Verfahren erläutert und deren Rolle im Alltäglichen Leben ebenso wie in industriellen Anwendungen Rechnung getragen. Neben den etablierten Methoden werden auch neuartige Ansätze aus den aktuellen Forschungsgebieten des Lehrstuhls erläutert.

The tailored modification of surfaces plays an important role in material science. Besides improving e.g. the corrosion- and tribological-properties of material-surfaces by specific methods and approaches, furthermore completely new properties can be achieved. In this course common methods of surface modification and surface functionalization are elucidated. The theoretical background and examples, indicating the relevance of these methods in everyday life as well as for industrial applications, are presented. In addition to the common methods new highly promising approaches are introduced and discussed.

Berechnung von Korrosionsproblemen

Die World Corrosion Organization (WCO) schätzte 2009 die wirtschaftlichen Schäden durch Korrosion auf weltweit 1,8 Billionen US-Dollar. In Industriestaaten belaufen sich die jährlichen Kosten durch Korrosion auf bis zu 4 Prozent des Bruttoinlandsproduktes, in Deutschland also auf bis zu 104 Milliarden Euro" [Deutsches Lackinstitut]. Die hier angeführten Zahlen zeigen, dass Korrosion

		<p>ein wirtschaftlich sehr bedeutendes Problem darstellt, dem große Beachtung beigemessen werden muss. Das Lernziel der Vorlesung "Berechnung von Korrosionsproblemen" ist es, mittels im Bachelorstudium erworbenen Kenntnissen, Fallbeispiele typischer Korrosionsprobleme fachlich tiefgehend verstehen und beurteilen zu können. Hierfür werden zum einen häufige grundlegende praxisnahe Probleme definiert und beschrieben.</p> <p>Zum anderen werden durch Abstraktion komplexe Beispiele und Anwendungen auf bekannte Grundlagen heruntergebrochen, quantitativ beschrieben und somit fassbar gemacht.</p> <p>*Basics Electrochemistry*</p> <p>Der Elektrochemie kommt große Bedeutung sowohl im wissenschaftlichen als auch technologischen Kontext zu. Heutige Forschungsarbeiten konzentrieren sich hauptsächlich (aber nicht ausschließlich) auf die Themengebiete Nanotechnologie und Anwendungen der Energietechnik wie Brennstoffzellen, Batteriesysteme und Solarzellen. Prinzipiell widmet sich die Elektrochemie dem Zusammenspiel von Elektrizität und chemischen Reaktionsabläufen in der Art, dass freie chemische Energie, die mit einer Reaktion einhergeht, in elektrische Energie konvertiert wird (z.B. Brennstoffzellen) oder aber elektrische Energie Verwendung findet um beispielsweise stabile Verbindungen zu zersetzen (z.B. Chlorgaserzeugung). Die Lehrveranstaltung leitet die Studierenden an, die Grundlagen der Elektrochemie zu verstehen und erläutert grundlegende Methoden und Arbeitsweisen um elektrochemische Reaktionen und darauf basierende Anwendungen zu verstehen.</p> <p>Electrochemistry plays an important role in scientific and technological fields. Nowadays, the research areas are focused, but not limited, on nanotechnology and energy devices, i.e. fuel cells, battery systems and solar cells. In principle, the electrochemistry involves the study of relationship between electricity and chemical reactions, such that chemical free energy associated with a reaction is converted into electrical energy (e.g. fuel cells) or conversely, electricity is used to decompose stable chemical systems (e.g. production of chlorine). The lecture program provides an opportunity for students to understand the basics of electrochemistry and provide the fundamental tools for understanding electrochemical-reactions and electrochemical-devices.</p>
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>*Advanced Corrosion Science*</p> <p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identify, distinguish, and explain corrosion mechanism and different forms of corrosion. • Illustrate and explain electrochemical, local, non-electrochemical and surface analysis methods that are used in corrosion science.

- Interpret results of the characterisation methods described above
- Explain the different concepts of smart coatings and self-healing coatings including triggers and release mechanisms of inhibitors.
- Present the details that play a role atmospheric corrosion processes like salts, relative humidity, electrolyte film thickness, time of wetness, influence of gases, wet dry cycling and corrosion product formation.
- Explain different test methods for atmospheric corrosion, like lab exposure, accelerated corrosion tests and field exposure tests.
- Discuss special features in the corrosion mechanisms of Mg and Al alloys (anomalous H₂ evolution).
- Review different mechanisms of localized corrosion and explain the significance of pit initiation and pit growth, critical pitting potential, critical pitting temperature and repassivation in localized corrosion.
- Explain cathodic and anodic paint disbonding or delamination and how it can be studied using SKP.
- Assess findings of scientific investigations of corrosion failure, determine corrosion mechanisms that lead to the corrosion issue and develop a concept for solving the corrosion problem.
- Explain mechanisms of different types of corrosion inhibitors.
- Summarize corrosion properties of advanced materials like high entropy alloys, bulk metallic glasses, additive manufactured materials or ultrafine-grained materials.
- Describe corrosion related aspects of nuclear waste storage and the influence of radiation on corrosion.
- Compare different types of metals in their applicability as a biodegradable metal and explain surface treatments to control the degradation behavior.
- Understand the complexity of simulated body fluids and possible discrepancy between in vitro and in vivo experiments.
- Describe mechanisms of microbially induced corrosion, dezincification.
- Explain cathodic protection strategies by sacrificial anodes and impressed current cathodic protection.

Surface Modification Techniques

Die Studierenden

- können die Grundlagen von Korrosionsmechanismen und -arten wiedergeben.
- lernen verschiedene Methoden der Oberflächenvorbehandlung kennen.
- können abschätzen, welche Oberflächenvorbehandlung für die Entfernung verschiedener Verunreinigungen eingesetzt werden können.

- können den zugrundeliegenden Mechanismus einer Konversionsbeschichtung am Beispiel der Phosphatierung und Chromatierung beschreiben.
- erklären die Mechanismen von elektrochemischer Abscheidung und elektrophoretischer Beschichtung
- erkennen den Zusammenhang verschiedener Schritte und Parameter der Oberflächenvorbereitung auf die finale Oberflächenqualität einer Beschichtung.
- lernen die Bestandteile und Wirkungsweise einer Reinigungslösung kennen
- Die Studierenden werden auf Besonderheiten hinsichtlich des Umweltschutzes bei der Oberflächentechnik sensibilisiert.

- erklären die verschiedene Verfahren und Beschichtungsmechanismen von PVD und CVD Prozessen.
- Erklären von Verfahren des thermischen Spritzens und von Sol-Gel Beschichtungen
- können chemische und elektrochemische Konversionsschichten (Phosphatierung, Chromierung, Anodisierung)
- Erläutern Besonderheiten verschiedener organischer Beschichtungen (Lacke).
- Erklären selbstorganisierender Monolagen und Konzepte zur Erzeugung superhydrophober Oberflächen
- Beschreiben den Mechanismus der Ausbildung von selbstorganisierenden anodische Oxidschichten (Nanoporen und Nanoröhren).

Illustrating the mode of action of chemical mechanical pretreatment. Describing plasma aided methods, Laser and electron beam methods as well as ion implantation. Illustrating the mode of action of chemical conversion layers (phosphatization, chromating), electrodeposition, electrophoresis, electrochemical conversion layers (anodizing) and CVD/PVD techniques. Understanding the basics of organic coatings (paints and lacquers), self-assembled monolayers, self-organized anodic oxide layers (Nanopores, Nanotubes).

Berechnung von Korrosionsproblemen

Die Studierenden sind in der Lage:

- den Wirkzusammenhang von Kinetik und Potential bei Korrosionsreaktionen quantitativ zu erfassen.
- Den Unterschied und die Einflüsse auf Diffusions- und Aktivierungskontrolle zu erklären
- Korrosionsvorgänge anhand schematischer Stromdichte-Potential Kurven zu veranschaulichen

- Pourbaix-Diagramme zu erstellen zu verstehen und anzuwenden.
- die Nernst Gleichung anzuwenden und leiten sie her.

- Fragestellungen der Hochtemperaturoxidation zu bewerten.
- Möglichkeiten des Korrosionsschutzes zu beurteilen.

Quantitative elucidation of the cause-effect relationship between kinetics and potential, Construction of Pourbaix diagrams, applying nernst equation, Assessment of high-temperature oxidation behaviors of metals and alloys, Evaluation of corrosion-protection approaches

Basics Electrochemistry

Die Studierenden

- definieren und beherrschen rechnerisches Anwenden thermodynamischer Grundbegriffe und Modelle (Enthalpie, Entropie, Gibbs-Energie, chemische Gleichgewichte).
- vergleichen von Elektrolyten (Wässrige Lösungen, Organische Lösungen, Festphasenelektrolyte).
- vergleichen verschiedener Elektrodenarten und deren Elektrodenpotential.
- wenden die Nernst-Gleichung an.
- definieren elektrochemischer Systeme (Elektrolysezellen, Galvanische Zellen).
- verstehen Elektroden/Elektrolyt-Grenzflächen (elektrochemische Doppelschicht).
- können die Zusammenhanges von Reaktionsrate und Stromstärke diskutieren.
- bewerten die Kinetik von Elektrodenreaktionen (stofftrans portkontrolliert, ladungsdurchtrittskontrolliert, reaktionskontrolliert).
- können die Butler-Volmer-Gleichung herleiten.
- verstehen die theoretischen Grundlagen instrumenteller Techniken und technologischer Anwendungen (Brennstoffzellen, Batteriesysteme, elektrochemische Bauteile und Anwendungen).

Defining and operating with fundamental thermodynamic concepts and models (enthalpy, entropy, free energy, chemical equilibrium). Comparing of Electrolytes (aqueous solutions, organic solutions, solid phase electrolytes. Comparing different types of electrodes and their electrode potential. Applying the Nernst equation. Defining electrochemical systems (electrolytic cells and galvanic cells). Elucidating Electrode-solution interfaces (electric double layer).

		Discussing the relationship between electrochemical reaction rate and current. Assessing electrode kinetics (mass transport control, charge transfer control, reaction control). Deriving the Butler-Volmer equation. Describing the theoretical background of instrumental techniques and technologies (fuel cells, battery systems, electrochemical devices).
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Immatrikulation im MA-Studium
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Korrosion und Oberflächentechnik Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorbereitende Literatur Wird im Zuge der Lehrveranstaltungen vorgestellt.

1	Modulbezeichnung 46235	Praktikum zur Korrosion und Oberflächenanalyse (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum zur Korrosion und Oberflächenanalyse (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Hagen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen
5	Inhalt	<p>Im Ergänzungsmodul Praktikum zur Korrosion und Oberflächenanalyse werden unter Anleitung von Betreuern im Rahmen eines Praktikums Versuche aus den Bereichen Korrosion und Oberflächentechnik abgehandelt. Das Modul besteht aus 4 einzelnen Versuchen. Die Studierenden erlernen im Zuge dieser Lehrveranstaltung neben dem selbstständigen Durchführen elektrochemischer Messungen, dem Anodisieren sowie der Charakterisierung der Hochtemperaturoxidationsbeständigkeit von Metallen und Legierungen, die Anwendung verschiedener Verfahren der Oberflächenanalyse. Neben diesen genannten methodischen Lernzielen wird fachliches Wissen über eine Auswahl besonders wichtiger Werkstoffe im Kontext der Korrosion und Oberflächentechnik vermittelt, wobei die Studierenden lernen Messergebnisse zu evaluieren und qualitative sowie quantitative Urteile über das Werkstoffverhalten zu fällen.</p> <p>Within the practical lab course students absolve experiments belonging to the field of Surface Science & Electrochemistry & Corrosion guided by experienced supervisors. The practical course is subdivided in 4 single experiments. The students learn the practical knowledge about conducting electrochemical measurements, anodization, and characterizing the high-temperature oxidation behavior of metals and alloys. Therefore a variety of surface-sensitive characterization techniques are introduced. Beside the latter methodical issues, furthermore expertise knowledge for a selection of especially important materials that are typically important in the context of corrosion and surface science is taught along the way. The students learn to evaluate measurement data and to interpret qualitative- and quantitatively the measured material behavior.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten den Einfluss von Legierungselementen und Beschichtungen auf das Degradationsverhalten von Implantatwerkstoffen (Magnesium), Implantatwerkstoffe • kennen und verstehen die Herausforderungen im Legierungsdesign, • bewerten den Einfluss verschiedener Oberflächenvorbehandlungen sowie Oxidationsparameter auf die Ausbildung schützender Oxidschichten im Zuge der Hochtemperaturoxidation, • verstehen die Voraussetzungen und Mechanismen die der Ausbildung schützender Oxidschichten (Hochtemperaturoxidation) zu Grunde liegen, • erzeugen anodisierten Bauteiloberflächen,

		<ul style="list-style-type: none"> • bewerten ToF-SIMS Daten, • wenden Rasterelektronenmikroskopie (REM) an <p>Evaluation of the influence of alloying elements and coatings on the degradation behavior of implant materials, Implants elucidation of the challenges in alloy design, Assessment of the influence of different surface modification techniques and oxidation parameters on the formation of protective oxide scales during high temperature oxidation, Creating anodized components surfaces, Evaluation and interpretation of ToF-SIMS data, Application of Scanning Electron Microscopy (SEM)</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Voraussetzungen für die Teilnahme Fundierte Kenntnisse in der Elektrochemie und Hochtemperaturoxidation. Vorlesungen vom LS LKO/WW4 im Bachelorstudium oder äquivalente Kenntnisse. Immatrikulation im MA-Studium.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Korrosion und Oberflächentechnik Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorbereitende Literatur Wird im Zuge der Lehrveranstaltung vorgestellt.

Polymerwerkstoffe

1	Modulbezeichnung 46245	Anwendungen von Polymeren II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundzüge des six-Sigma - industrielle Verbesserungsprojekte (1 SWS) Vorlesung: Polymerwerkstoffe in der Medizin (2 SWS) Praktikum: Praktikum Polymeranwendungen II (1 SWS)	1,5 ECTS 3 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert Dr.-Ing. Joachim Kaschta	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Joachim Kaschta Prof. Dr. Dirk Schubert	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Wissensvermittlung zu Grundlagen, Technologie, Charakterisierung und Anwendungen von Polymeren in der Medizintechnik, Einfluss des chemischen Aufbaus auf die relevanten Eigenschaften in der medizinischen Anwendung Wissensvermittlung zu dem Einfluss der Morphologie auf die relevanten Eigenschaften in der medizinischen Anwendung Strategien zur Analyse und Verbesserung beliebiger <p>Prozesse basierend auf qualifizierter Beobachtung und statistischer Analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung des Wissens in dem Praktikum interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen und Anwendungen von Polymerwerkstoffen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder aus den genannten Themenfelder identifizieren Stärken und Schwächen verschiedener Verfahrensweisen und Werkstofflösungen beschreiben wesentliche Struktur-Eigenschaftsbeziehungen analysieren und bewerten Messdaten aus Experimentem stufen die eigenen Ergebnisse ein. haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethodiken gewonnen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Polymerwerkstoffe Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46241	Polymere (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Verarbeitung von Polymerwerkstoffen (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Polymers - I (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Verarbeitung von Polymerwerkstoffen (2 SWS)	3 ECTS
		Übung: Exercises Polymer 1 (1 SWS)	1,5 ECTS
		Praktikum: Praktikum Polymerverarbeitung (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Joachim Kaschta Prof. Dr. Dirk Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Schubert	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Wissensvermittlung zu Grundlagen, Technologie, Charakterisierung und Anwendungen von Polymerwerkstoffen, Polymerblends und -composites Herstellung und Eigenschaftsprofil von dünnen Polymerfilmen, Fasern und Nanofasern Einfluss der Größenskala auf Eigenschaften Wissensvermittlung zu den Vorgängen an Grenzflächen in polymeren Werkstoffsystemen, Kompatibilität verschiedener Polymere interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen und Anwendungen von Polymerwerkstoffen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> erhalten einen tiefgehenden Einblick in die Thematik "Polymere Werkstoffe" erwerben ein wichtiges Grundlagenverständnis (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen) sind in der Lage, Modifizierungsstrategien für Polymerwerkstoffe in Bezug auf Optimierung von Eigenschaften zu erarbeiten und durchzuführen haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethodiken gewonnen kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Polymerwerkstoffe Master of Science Nanotechnologie 2020/2	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46243	Rheologie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises on Rheology (0 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Rheology - Fundamentals and Measurement Technology (2 SWS)	3 ECTS
		Praktikum: Praktikum Rheologie (1 SWS)	1 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Joachim Kaschta	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Joachim Kaschta	
5	Inhalt	<p>- Rheologische Messgrößen und ihre anwendungstechnische Bedeutung</p> <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Einfluss des chemischen Aufbaus auf die relevanten Eigenschaften in der medizinischen Anwendung <p>Wissensvermittlung zu dem Einfluss der Morphologie auf die relevanten Eigenschaften in der medizinischen Anwendung</p> <p>Strategien zur Analyse und Verbesserung beliebiger Prozesse basierend auf qualifizierter Beobachtung und statistischer Analyse Anwendung des Wissens in dem Praktikum Interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen und Anwendungen von Polymerwerkstoffen</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erhalten einen tiefgehenden Einblick in die Thematik der Rheologie • erwerben ein wichtiges Grundlagenverständnis (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen) • kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder • identifizieren Stärken und Schwächen verschiedener Verfahrensweisen und Werkstofflösungen • analysieren und bewerten Messdaten von rheologischen Messungen • stufen die eigenen Ergebnisse ein. • haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethodiken gewonnen • kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Polymerwerkstoffe Master of Science Nanotechnologie 2020/2	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46242	Vertiefung Polymere (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Polymer and Interface Physics in Theory and industrial Application (1 SWS)	1,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Polymere II (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Polymere-II (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Schubert	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Wissensvermittlung zu Grundlagen, Technologie, Charakterisierung und Anwendungen von Polymerwerkstoffen, Polymerblends und -composites Herstellung und Eigenschaftsprofil von dünnen Polymerfilmen, Fasern und Nanofasern Einfluss der Größenskala auf Eigenschaften Wissensvermittlung zu den Vorgängen an Grenzflächen in polymeren Werkstoffsystemen, Kompatibilität verschiedener Polymere interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen und Anwendungen von Polymerwerkstoffen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> erhalten einen tiefgehenden Einblick in die Thematik "Polymere Werkstoffe" erwerben ein wichtiges Grundlagenverständnis (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen) sind in der Lage, Modifizierungsstrategien für Polymerwerkstoffe in Bezug auf Optimierung von Eigenschaften zu erarbeiten und durchzuführen haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethodiken gewonnen kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Polymerwerkstoffe Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich	
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

Materialien der Elektronik und der Energietechnologie

1	Modulbezeichnung 46257	Advanced Semiconductor Technologies Photovoltaic Systems I - Fundamentals (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar and Conference Participation on Solar Energy (2 SWS) Praktikum: Lab Work Characterization and Advanced Defect Imaging of PV Modules and Systems (3 SWS)	2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Ning Li Prof. Dr. Christoph Brabec Dr. Jens Hauch Dr. Andres Osvet	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Brabec	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work The lecture will introduce into the fundamentals of photovoltaic energy conversion. The conversion of light into electricity is one of the most efficient power technologies by today and is expected to transform our energy system towards a renewable scenario. The limits of photovoltaic energy conversion, the materials and architectures of major PV technologies and advanced characterization methods for modules as well as solar fields will be introduced theoretically and experimentally during the lecture, a seminar and the lab works.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> The students will learn the concept of black body radiation and the radiation laws and the limits of light energy conversion. The fundamental semiconductor junctions (p-n, M-i-M, Shottky and Hetero Junction) are repeated. The one diode and two diodes replacement circuits are explained. Electrical, optical, recombination and extraction loss mechanisms are discussed separately and demonstrated at the hand of numerical drift-diffusion equation solvers. The most important solar cell concepts (Si, CIGS, CdTe, GaAs, Perovskites, Organics) are introduced, and the strengths and weaknesses of each technology are analysed. Characterization of Photovoltaic Modules will be trained by flashed measurements in the lab. Defect imaging methods like DLIT, EL or PL imaging will be trained at the hand of module installations in Erlangen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering, Nanotechnology, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46256	Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors III - Processing (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab Work Solution Processed Electronics (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Advanced Semiconductor Technologies - Solution Processed Devices / Applications (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Thomas Heumüller Dr. Andres Osvet Prof. Dr. Christoph Brabec	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Brabec	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work The lecture will introduce into the specifics of electronic transport in disordered semiconductors as compared to inorganic semiconductors. As a consequence of the transport properties, quite unique device architectures are developed for disordered semiconductor devices. As a prototype representative, organic semiconductor devices (organic solar cells and LEDs) are discussed in more detail.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Processing and characterization of organic, perovskite, etc solar cells, LEDs , displays or X-Ray detectors will be trained in the lab work. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 100 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46255	Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors II - Processing (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Semiconductor Materials - Excited States and Charge Transport in Organic Semiconductors (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Advanced Semiconductor Technologies - Processing (including Lab Work Organic Electronics Processing) (2 SWS)	3 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.rer.nat. Hans-Joachim Egelhaaf Prof. Dr. Christoph Brabec	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.rer.nat. Hans-Joachim Egelhaaf	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work The lecture will give an introduction to coating and printing technologies for the manufacturing of (opto-)electronic devices by solution processing. Special emphasis will be on upscaling from lab scale devices to large area commercial products. The fundamentals of the different technologies as well as their application for the manufacturing of active layers, transparent electrodes and transparent barriers will be described in detail. Exercises will provide a more quantitative approach to thin film processing while lab work will allow hands on experience of the lecture content.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Exercises will teach the students to base their decisions for materials, coating/printing technologies and patterning methods on quantitative considerations. These will include the calculation of resistance losses in transparent electrodes, of the viscosities and surface tensions of inks as well as of the water vapor transmission rates of barriers. ◦ Deposition and patterning of electrodes, active layers, and barriers for organic or perovskite solar cells will be trained in the lab work. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering, Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46254	Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors I: Materials - Nanocrystals (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Kolloidale Nanokristalle (2 SWS)</p> <p>Seminar: Seminar über "Solution Processed Semiconductors" (2 SWS)</p> <p>Praktikum: Advanced Semiconductor Technologies - Synthesis of Carbon Quantum Dots (1 SWS)</p> <p>Vorlesung: Advanced Semiconductor Technologies - Materials for Organic Electronics (2 SWS)</p>	<p>3 ECTS</p> <p>2 ECTS</p> <p>1 ECTS</p> <p>3 ECTS</p>
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Heiß Prof. Dr. Marcus Halik	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Heiß
5	Inhalt	<p>Lecture / Seminar / Lab work</p> <p>Applications of colloidal nanocrystal materials</p> <p>Growth models to describe nucleation, growth and ripening of nanocrystals</p> <p>Optical properties of quantum dot materials</p> <p>Colloidal nanocrystals operating in the infrared</p> <p>Perovskite based colloidal nanocrystals</p> <p>Devices based on colloidal nanocrystals</p> <p>Topological insulators and two-dimensional materials</p> <p>Synthetic routes towards colloidal nanocrystals</p> <p>Fundamentals of charge transport and optical properties of conjugated polymers</p> <p>Organic semiconductor materials</p> <p>Fundamentals of carbon allotropes</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Obtaining a detailed understanding of the physics and chemistry of semiconductor nanocrystals</p> <p>Understanding and practically performing the synthesis of a colloidal semiconductor material</p> <p>Independent development and presentation of new research results from the literature on the topic of solution processed semiconductors</p>

		<p>Understanding of special optical processes in semiconductor nanocrystals</p> <p>Knowledge of nanocrystal applications in devices</p> <p>Understanding fundamentals of organic semiconductors and carbon allotropes</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46258	Crystal Growth 2 (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Crystal Growth 2 - Electronic Devices & Materials Properties/Processing, Epitaxial Growth (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	
5	Inhalt	<p>Elektronische Bauelemente und Materialfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korrelation von Bauelementfunktion (Bipolar-Diode, Bipolar-Transistor, Schottky-Diode, Feldeffekt-Transistor, Leucht- und Laserdiode) mit Materialeigenschaften • Grundlagen der Epitaxie • Aufbau und Verbindungstechnik mit Bezug zur Leistungselektronik <p>Wahlvorlesung aus dem Bereich der Elektrotechnik</p> <p>-Vertiefung von elektrotechnischen Anwendungen, welche starken Bezug auf Werkstoffe der Elektrotechnik nehmen</p> <p>Praktikum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Czochralski Kristallwachstum von InSb • Halbleitercharakterisierung 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung in elektronischen Bauelementen.</p> <p>Kennenlernen experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Materialien der Elektronik und der Energietechnologie Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46253	Photovoltaics (PV) and PV Systems II: Light Conversion and Light Management (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Phosphors for Light Conversion in Photovoltaic Devices and LEDs (2 SWS) Praktikum: Lab Work Manufacturing and Characterization of Phosphors and Storage Phosphors (3 SWS)	3 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk Dr. Andres Osvet	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk
5	Inhalt	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	Lernziele und Kompetenzen	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46252	Semiconductor Devices and Applications (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab Work Thin Film Semiconductors (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Thomas Heumüller Dr. Andres Osvet	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Brabec	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work <ul style="list-style-type: none"> • Introduction into the fundamentals, materials and application of thin film semiconducting devices • semiconductor junctions • display technologies • photovoltaic technologies • photodetector and X-Ray technologies • thin film transistor, memory , storage and energy harvesting technologies 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • The students will get a detailed introduction and overview on various selected thin film device technologies, with emphasis on display technologies, lighting, energy harvesting and photovoltaics (renewable energies). • Independent development of a selected AST topic to the level of comprehension that the student can give a 25 min tutorial / presentation, presentation skills and techniques, • Processing and characterization of thin film semiconductors and semiconducting devices such as photovoltaics, LEDs, light conversion layers (lab course). • Data handling, data storage and written reporting in material science (lab course) 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	Wird an der Vorlesung dargestellt	

1	Modulbezeichnung 46251	Semiconductor Fundamentals, Characterization, Materials & Processing (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Crystal Growth - Lab Work 2 Semiconductor Technology (2 SWS) Vorlesung: Advanced Semiconductors Introduction: Characterization (2 SWS) Vorlesung: Crystal Growth 1 - Fundamentals of Crystal Growth and Semiconductor Technology (2 SWS) Vorlesung: Advanced Semiconductors Introduction: Fundamentals (2 SWS)	2 ECTS 2,5 ECTS 3 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann Prof. Dr. Wolfgang Heiß	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Heiß
5	Inhalt	Lecture <ul style="list-style-type: none"> • Crystal structure of solids • Introduction to quantum mechanics in solids • Carrier concentration and charge transport • Excess carriers in semiconductors • The pn junction • Measurement of resistivity, carrier concentration, and mobility • Characterization of defects semiconductors • Determination of optical parameters Lecture, Crystal growth and semiconductor technology <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentals of crystal growth (melt ~, solution ~, vapor growth) • Fundamentals of Silicon Semiconductor Device Technology (Oxidation, Doping by diffusion and ion implantation, etching, metallization, lithography, packaging) • Processing of wide bandgap semiconductors
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • The students will get the theoretical background and the ability to determine the required parameters for mathematically model the fundamental electrical properties of semiconductors and semiconductor junctions, representing the basic units used for photovoltaics and modern lighting. • The deepening of fundamental understanding of semiconductor properties, as a solid basis for further lectures dealing with the physics of semiconductor devices • Understanding typical experimental techniques to determine basic parameters of semiconductors and semiconductor devices by electronic or optical measurements. • The student gain fundamental knowledge in crystal growth and semiconductor technology.

		<ul style="list-style-type: none"> The students are trained in processing of semiconductor wafers. The students gain knowledge in the preparation of technical reports as well as in working in a team.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Materialien der Elektronik und der Energietechnologie Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<p>Semiconductor Physics and Devices, Donald A. Neaman, McGraw-Hill, ISBN: 978-0-07-352958-5</p> <p>Semiconductor Material and Device Characterization, Dieter K. Schroder, John Wiley & Sons, Inc., ISBN:9780471739067</p>

Biomaterialien

1	Modulbezeichnung 46265	Advanced applications: Biofabrication and Drug Delivery (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum "Biofabrication and Drug Delivery" (0 SWS) Vorlesung: Biofabrikation (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerhard Frank Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr.-Ing. Rainer Detsch	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	Inhalt	<p>*Vorlesung Biofabrikation*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsfelder Additive Fertigung- Grundprinzip • Aufbau und Funktionsweise eines 3D Druckers • Unterschiedliche Systeme des 3D Druckens • Anforderungen an Biotinten • Eigenschaften synthetischer und natürlicher Biotinten • Synthese und Vernetzungsmechanismen von Hydrogelen • mechanische und chemische Charakterisierung der Biotinte • Zell-Drucken und Zell-Reifung • Verschiedene Anwendungen der Biofabrikation: Organ on a Chip und Gewebeanaloga <p>*Praktikum "Drug Delivery Systeme"*: Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung der Vorlesungsinhalt Hydrogele</p> <p>*Praktikum "3D Drucken"*: Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung der Vorlesungsinhalt Additive Fertigung von Biopolymeren: 3D Extrusionsdrucken von Polycaprolacton und Alginate</p> <p> *Content:*</p> <p>*Lecture Biofabrication*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Application fields Additive Manufacturing- basic principle • Setup and operating principle of 3D printer • Different systems of 3D printing • Requirements for bioinks • Properties of synthetic and natural bioinks • Synthesis and cross-linking of hydrogels • Mechanical and chemical characterisation of bioinks • Cell-printing and cell-maturation • Different applications of biofabrication: Organ on a Chip and tissue analogs <p>*Practical "Drug Delivery Systems"*: Experimental work to consolidate the content of the lecture course hydrogels</p>	

		Practical "3D Printing": Experimental work to consolidate the content of the lecture course Additive Manufacturing of Biopolymers: 3D Extrusion printing of Polycaprolacton and Alginate
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>* Biofabrikation*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erfassen die Wichtigkeit verschiedener Konzepte im Bereich der Biofabrikation. • lernen physikalische/chemische Grundlagen von Hydrogelen, Zellen-Gewebe und 3D Drucken. • verstehen der Interaktion von Biotinte, 3D Drucken und Zellen • verstehen der Mechanismen der 3D Generierung: [Organ on a Chip bis hin zu Gewebeanaloga] <p>*Praktikum Drug-Delivery-Systeme*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ lernen das sterile Arbeiten, Pipettieren und Mikroskopieren. ◦ verstehen die Freisetzungskinetik von Drug-Delivery-Systemen. ◦ haben einen Überblick über Methoden der Herstellung und Charakterisierung von Mikrokapseln im Hinblick auf die biomedizinische Anwendung. ◦ grasp the importance of the different concepts in the area of biofabrication. ◦ learn physical/chemical fundamentals on hydrogels, cells-tissues and 3D printing. ◦ understand the interaction between bioinks, 3D printing and cells ◦ understand the mechanisms of 3D generation: from Organ on a Chip to tissue analogs ◦ understand the importance of polymeric materials for biofabrication processes *Practical 3D-Printing* The students learn to work in sterile conditions, using a pipette and microscope. understand the release kinetics of drug-delivery-systems. get an overview on fabrication and characterisation methods of microcapsules in regards of biomedical applications.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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	<p>*Biofabrikation/Biofabrication*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moroni, L., et al. (2018). "Biofabrication: A Guide to Technology and Terminology. Trends in Biotechnology. • Groll, J., et al. (2018). "A definition of bioinks and their distinction from biomaterial inks. Biofabrication, 11(1) • Valot, L., Martinez, J., Mehdi, A., and Subra, G. (2019). "Chemical insights into bioinks for 3D printing. Chemical Society Reviews, 48(15), 40494086. • Yi, H.-G., Lee, H., and Cho, D.-W. (2017). "3D Printing of Organs-On-Chips. Bioengineering, 4(4), 10. <p>*Drug-Delivery-Systeme/Drug-Delivery-Systems*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augst, A. D., Kong, H. J., and Mooney, D. J. (2006). "Alginate hydrogels as biomaterials. Macromolecular bioscience, 6(8), 623633. • Smidsrød O, Skjåk-Braek G. (1990) "Alginate as immobilization matrix for cells. Trends Biotechnol.;8(3):71-8. • Productinformation: Bradford Reagent, Prod.No. B6916, Sigma <p>* 3D Drucken/3D Printing*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liaw, C. Y., and Guvendiren, M. (2017). "Current and emerging applications of 3D printing in medicine. Biofabrication. • Chia, H. N., and Wu, B. M. (2015). "Recent advances in 3D printing of biomaterials. Journal of Biological Engineering, 9(1), 4.

1	Modulbezeichnung 46266	Advanced applications: Composites and Surfaces (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine (2 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Dentale Biomaterialien (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr. Julia Will PD Dr. Renan Belli Prof. Dr. Ulrich Lohbauer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	Inhalt	<p>*Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorteile von Verbundwerkstoffen als Werkstoffe in der Medizin • Gefüge-Eigenschaft-Korrelation bei Verbundwerkstoffen • Beispiele für Verbundwerkstoffe und deren Einsatz in der Medizintechnik • Bedeutung der Nanomaterialien in der Medizintechnik • Charakterisierung von Nanomaterialien • Nanoteilchen, Nanotubes • Zelltoxizität und Grenzen des Einsatzes von Nanoteilchen in der Medizintechnik • Sol-Gel-Verfahren zur Herstellung von Nanoteilchen • Kolloidale Prozesse und Funktionalisierung von Nanoteilchen • Herstellung von Nanoteilchen auf der Bioroute • Biogene Nanopartikel • "Green Chemistry" für die Herstellung von Nanoteilchen • Ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Nanobiomedizin. <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine*</p> <p>This course introduces the basics of chemistry and physics of surfaces including characterization methods for biomaterial surfaces. Surface properties which are relevant for protein and cell attachment are discussed. Fundamentals of protein and protein adsorption on biomaterials are presented as well as the effect of chemical composition, topography, hydrophobic and hydrophilic surfaces, stiffness of the biomaterial and ion release effects from the biomaterial on cell attachment and success of the implanted material in general. The lecture also gives surface modification strategies for implants and scaffolds including biomedical coatings and bioactive surfaces. The course covers also functionalization strategies for biomaterials. Protein adsorption mechanisms and the basics of the interaction between a biomaterial (implant) and tissues (foreign body reaction) are covered.</p>	

Protein adsorption mechanisms and the basics of the interaction between a biomaterial (implant) and tissues (foreign body reaction) are covered.

Dentale Biomaterialien

- Aufbau der Zähne
- Zahnkrankheiten
- Biomechanik
- Dentale Konstruktionslehre, Präparation
- Zemente & Polymere
- Befestigung am Zahn
- Befestigung am Substrat
- Implantate
- digitaler Workflow, klinische Fraktografie
- Mechanische Eigenschaften & Prüfung
- Dentalkeramik

|*Content:*

Composite materials and nanomaterials in medical technology

- Advantages of composites as materials for medicine
- Microstructure-property-correlation in composites
- Gefüge-Eigenschaft-Korrelation bei Verbundwerkstoffen
- Examples of composites and their usage in medical technology
- Importance of nanomaterials in medical technology
- Characterisation of nanomaterials
- Nanoparticles, nanotubes
- Cell toxicity and limitations of use of nanoparticles in medical technology
- Sol-gel-processes for fabrication of nanoparticles
- Colloidal processes and functionalization of nanoparticles
- Production of nanoparticles using the bio-route
- Biogenic nanoparticles
- "Green chemistry" for the synthesis of nanoparticles
- Selected examples from the area of nanobiomedicine

Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine: see above

Dental Biomaterials

- Structure of teeth
- Tooth diseases
- Biomechanics
- Dental design theory, preparation
- Cements & polymers
- Attachment on teeth
- Attachment on substrate
- Implants
- Digital workflow, clinical fractography

		<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical properties and examination • Dental ceramics
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • gewinnen einen Überblick über die aktuell und zukünftig in der Medizintechnik eingesetzten Nanomaterialien. • kennen spezifische Eigenschaften, Anwendungen und Vorteile von Nanokompositen. • verstehen die Zusammensetzung und Entwicklung solcher Verbundwerkstoffe für die Medizintechnik in Anwendungen wie Beschichtungen, Scaffolds, Drug-Delivery Systeme und antimikrobielle Oberflächen. <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine:* see below</p> <p>*Dentale Biomaterialien*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen den Aufbau und die Struktur von Zähnen und die daraus abgeleiteten mechanischen und physikalischen Eigenschaften. • kennen die Struktur und die Zusammensetzung dentaler Biomaterialien wie hochgefüllte Polymere, Dentalkeramiken oder Titanimplantate. • verstehen die relevanten Krankheitsbilder, die zum Zahnverlust führen können und bekommen Einblick in die Kariesätiologie. • entwickeln das Verständnis für die Prinzipien dentaler Konstruktionslehre (Kavitätenpräparation) im Hinblick auf die unterschiedlichen Restaurationsmaterialien und Befestigungstechniken. • klassifizieren die Prinzipien der dentalen Befestigungstechnik und speziell der adhäsiven Klebetechnik. • können den Unterschied zwischen direkter, plastischer Füllungstherapie und indirekten, prothetischen Restaurationen diskutieren. • sind in der Lage dentale Biomaterialien, anwendungsspezifisch hinsichtlich mechanischer, physikalischer, chemischer und biologischer Eignung zu untersuchen. <p>[*Educational objectives and competences:*</p> <p>*Composite Materials and Nanomaterials in Medical Technology*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • obtain an overview on the current and future nanomaterials used in medical technology.

		<ul style="list-style-type: none"> • know specific properties, applications and advantages of nanocomposites. • understand the composition and development of such composite materials for medical technology for applications such as coatings, scaffolds, drug-delivery systems and antimicrobial surfaces <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • learn the basics of different aspects of interfaces of biomaterials. In particular, focus will be placed on the interaction between different biomaterials (polymers, metals, ceramics) with the physiological fluids and the surrounding tissue. • can apply their knowledge in order to judge the success of the different biomaterials and to optimize the surface properties for specific applications • know and can explain methods of surface characterization. <p>*Dental biomaterials*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the structure of a tooth and their mechanical and physical properties. • understand the structure and the composition of dental biomaterials, such as highly filled polymers, dental ceramics or titanium implants. • understand the relevant clinical pictures, which lead to tooth loss, and an insight into the etiology of caries formation. • develop an understanding for the principles of dental design theory (Cavity preparation) with view to the different restoration materials and fixation techniques, • classify the principles of dental fixation techniques, in particular the adhesive technique. • can discuss the difference between direct, plastic restorative therapy and indirect, prosthetic restorations. • are able to examine dental biomaterials from a user specific standpoint regarding mechanical, physical, chemical and biological suitability.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<p>*Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik/ Composites and nanomaterials in medical technology*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambrosio (ed.): Biomedical composites; Oxford, 2010 • Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 2009 <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomaterials Science, 2nd ed., B. D Ratner et al. (eds.), Elsevier, 2004. • Surface Modification of Biomaterials: Methods analysis and applications, R. Williams (ed.), Woodhead Publishing, 2010 <p>Further recommended reading will be announced in the lectures.</p> <p>*Dentale Biomaterialien/Dental Biomaterials*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rosentritt M., Ilie N., Lohbauer U. Werkstoffkunde in der Zahnmedizin. Thieme Verlag. 2018 (ISBN 978-3-1324-0123-5)

1	Modulbezeichnung 46264	Advanced Applications: Tissue Engineering (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum "Tissue Engineering" (2 SWS) Vorlesung: Biomaterials for Tissue Engineering (2 SWS)	2,5 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerhard Frank Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	Inhalt	<p>*Biomaterials for Tissue Engineering*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tissue Engineering und regenerative Medizin: Konzepte, Definitionen und historische Entwicklung • Scaffolds: Anforderungen, Herstellung und Charakterisierung • Beispiele: scaffolds für Tissue Engineering von Knochen und Weichgeweben • Neue Konzepte: multifunktionelle scaffolds • Medikamentös wirksame scaffolds: Tissue Engineering und drug delivery <p>*Praktikum "Tissue Engineering"*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuch 1: Polymer-beschichtete bioaktive Scaffolds für Knochen Tissue Engineering (Grundlagen des Tissue Engineerings [TE; Definitionen] mit dem Schwerpunkt auf Knochen-TE; Ansprüche an Scaffolds für Knochen-TE; Materialien für Scaffolds für Knochen-TE) • Versuch 2: Elektrophoretische Abscheidung von Funktionsschichten auf Biomaterialien <p>[*Content:*</p> <p>*Biomaterials for Tissue Engineering*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tissue engineering and regenerative medicine: concepts, definitions and historical development • Scaffolds: requirements, fabrication and characterisation • Examples: scaffolds for tissue engineering of bone and soft tissues • New concepts: multifunctional scaffolds • Medicinally active scaffolds: Tissue engineering and drug delivery <p>*Practical "Tissue Engineering"*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiment 1: Polymer-coated bioactive scaffolds for bone tissue engineering (basics of tissue engineering [TE; definitions] with emphasis on bone TE; materials for scaffolds for bone TE) • Experiment 2: Electrophoretic deposition of functional coatings for biomaterials 	
6	Lernziele und Kompetenzen	*Biomaterials for Tissue Engineering*	

Die Studenten sollen

- die überragende Wichtigkeit der Konzepte des Tissue Engineering und die Rolle der Biomaterialien dabei erfassen.
- mit der Bedeutung, Herstellung, Charakterisierung, Einsatz und Bewertung von Gerüststrukturen im Tissue Engineering vertraut sein.

Praktikum "Tissue Engineering"

[Versuch 1: Polymer-beschichtete bioaktive Scaffolds für Knochen Tissue Engineering]

Die Studenten

- lernen kennen und wenden an: Herstellungsverfahren, Beschichtungsverfahren und Charakterisierungsmethoden für scaffold für Knochen-TE.
- können: Ein Protokoll der Experimente erstellen.
- bewerten und diskutieren: Die Verfahren und Ergebnisse der Versuche.

[Versuch 2: Elektrophoretische Abscheidung von Funktionsschichten auf Biomaterialien]

Die Studenten

- lernen kennen: Die Anforderungen an Biomaterialien, den Einfluss der EPD-Abscheidungsparameter auf die Funktionalität der Schichten.
- lernen kennen und wenden an: Das Verfahren der Elektrophoretischen Abscheidung, die Kontaktwinkelmessung als Charakterisierungsmethode von Oberflächen.
- bewerten und diskutieren: Funktionsschichten bezüglich Ihres Einsatzes als Biomaterialien; die Ergebnisse der Versuche und Verfahren.

[*Educational objectives and competences:*

Biomaterials for Tissue Engineering

The students need to

- comprehend the paramount importance of the concepts of tissue engineering and the role of biomaterials therein.
- to be familiar with the significance, fabrication, characterisation, application and evaluation of scaffold structures for tissue engineering.

Practical "Tissue engineering"

[Experiment 1: Polymer coated bioactive scaffolds for bone tissue engineering

		<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • are familiarised with and apply: fabrication methods, coating techniques and characterisation methods for scaffolds for bone tissue engineering. • are able to: devise a protocol of the experiment. • assess and discuss: the procedures and results of the experiments. <p> Experiment 2: Electrophoretic deposition (EPD) of functional coatings on biomaterials</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • get to know: the requirements for biomaterials, the influence of the EPD-process parameters on the functionality of the coatings. • apply: the processes of EPD, contact angle measurements as a characterisation method for surfaces. • assess and discuss: functional coatings regarding their application as biomaterials, the results of the experiments and the process in general.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Biomaterialien Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel (45 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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	<p>*Biomaterials for Tissue Engineering*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boccaccini, Gough, J.E. (eds.): Tissue engineering using ceramics and polymers; Cambridge, 2007 • Polak, Mantalaris, Harding (eds.): Advances in Tissue Engineering; Oxford u.a., 2010 • Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 52009 • Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artificial organs und tissue engineering; Oxford, 2005 <p>*Praktikum/Practical "Tissue Engineering"*</p>

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Literaturangaben (begleitend und zur Vorbereitung) finden sich in den aktuellen Versuchsanleitungen/Bibliographical references (supporting and for the preparation) are included in the current script. |
|--|---|

1	Modulbezeichnung 46263	Basics of Biomaterials (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum I "Basics of Biomaterials" (Herstellung biomimetischer Schichten) (0 SWS) Vorlesung: Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen (2 SWS) Vorlesung: Biomaterialien (Implantatwerkstoffe) (2 SWS) Übung: Übungen zu Biomaterialien (Implantatwerkstoffe) (2 SWS)	1,25 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerhard Frank Dr.-Ing. Rainer Detsch Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr. Julia Will	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini
5	Inhalt	<p>*Biomaterialien (Implantatwerkstoffe)* und *Übungen zu Biomaterialien (Implantatwerkstoffe)*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition Implantate • Geschichte der Biomaterialien • Beispiele für Implantate im menschlichen Körper z.B. Gelenkersatz, abbaubare Implantate, intraokulare Linsen etc. • Implantat-Beschichtungen • Testen von Biomaterialien <p>*Zell-Werkstoff-Wechselwirkung*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Oberfläche bei Biomaterialien • Grenzfläche Biomaterial/Zelle • Einfluss der Oberflächenchemie auf das Zellverhalten • Einfluss der Oberflächentopographie auf das Zellverhalten • Proteinadsorption auf Biomaterialoberflächen • Funktionalisierung von Biomaterialoberflächen/bioaktive Oberflächen <p>*Praktikum "Basic of Biomaterials"*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuch 1 - Herstellung biomimetischer Schichten: Beschichtung von metallischen Substraten zur Erhöhung der Osteokonduktivität, Knocheneinheilungsprozesse an der Implantatoberfläche • Versuch 2 - Zell-Toxizität: Einfluss unterschiedlicher Biomaterial-Eluate auf das zelluläre Wachstum <p> *Content: *</p> <p>*Biomaterials (Implant materials) and Tutorial on Biomaterials (Implant materials)*</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Definition of implant • History of biomaterials • Examples of implants in the human body, e.g. joint replacement, resorbable implants, intraocular lenses etc. • Implant coatings • Testing of biomaterials <p>*Cell-material-interaction*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importance of the surface in biomaterials • Interface biomaterial/cell • Influence of surface chemistry on cell behaviour • Influence of surface topography on cell behaviour • Protein adsorption on biomaterial surfaces • Functionalisation of biomaterial surfaces/bioactive surfaces <p>*Practical "Basics of Biomaterials"*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiment 1 Fabrication of biomimetic coatings: Coating of metallic substrates to improve osteoconductivity, bone healing processes on the implant surface. • Experiment 2 Cell toxicity: influence of different biomaterial eluates on cellular proliferation
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Biomaterialien (Implantatwerkstoffe)* und *Übungen zu Biomaterialien (Implantatwerkstoffe)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen den Zusammenhang zwischen Eigenschaften eines Biomaterials und dessen Verhalten im menschlichen Körper • können den Erfolg von Biomaterialien im Körper anhand ihrer Eigenschaften beurteilen <p>*Zell-Werkstoff-Wechselwirkung*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen die Bedeutung der Oberflächeneigenschaften für die Nutzung und Einsetzbarkeit von Biowerkstoffen. • entwickeln Verständnis über den Einfluss der Oberflächenchemie und -topographie von Biomaterialien auf die Zelladhäsion. <p>*Praktikum "Basic of Biomaterials"*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuch 1 - Herstellung biomimetischer Schichten: Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Beschichtungen zur Verbesserung von Implantatoberflächen. Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie man Oberflächeneigenschaften gezielt einstellen kann.

		<ul style="list-style-type: none"> • Versuch 2 - Zell-Toxizität: Die Studierenden verstehen die Bedeutung von In-vitro Zytotoxizitätsuntersuchungen und lernen Techniken zur Erfassung des Einflusses unterschiedlicher Materialklassen auf Zellproliferation und Zellmorphologie kennen und zu beurteilen. <p> *Educational goals and competences:*</p> <p>*Biomaterials (Implant materials)* and *Tutorial on Biomaterials (Implant materials)*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • should understand the connection between properties of a biomaterial and its behaviour in the human body. • can evaluate the success of a biomaterial in the body by means of the material properties. <p>*Cell-material-interaction*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • understand the importance of surface properties for the application and the usability of biomaterials. • develop an understanding of the influence of surface chemistry and topography of biomaterials on cell adhesion. <p>*Practical "Basics of Biomaterials"*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiment 1 Fabrication of biomimetic coatings: The students understand the importance of coatings to improve the surface properties of implants. Different possibilities are shown how the surface properties can be tailored to a given application. • Experiment 2 - Cell-toxicity: The students understand the significance of in-vitro cell toxicity investigations and get to know and evaluate the techniques to determine the influence of different material classes on cell proliferation and cell morphology
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Biomaterialien Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h

14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<p>*Biomaterialien (Implantatwerkstoffe)* und *Übungen zu Biomaterialien (Implantatwerkstoffe)*/*Biomaterials (Implant materials)* and *Tutorial on Biomaterials (Implant materials)*</p> <ul style="list-style-type: none"> • B.Ratner et al "Biomaterials science. An introduction to materials in medicine" Elsevier • E. Wintermantel, S.-W. Ha "Medizintechnik und Life Science Engineering" Springer Verlag • M. Tanzi et al. "Foundations of Biomaterial's Engineering" Academic Press <p>*Zell-Werkstoff-Wechselwirkung*/*Cell-material-interaction*</p> <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Will, J., Detsch, R. & Boccaccini, A. R. Structural and Biological Characterization of Scaffolds. in Characterization of Biomaterials 299310 (2013). doi:10.1016/B978-0-12-415800-9.00008-5 Langer, R. & Tirrell, D. A. Designing materials for biology and medicine. Nature (2004). doi:10.1038/nature02388 Augst, A. D., Kong, H. J. & Mooney, D. J. Alginate hydrogels as biomaterials. Macromol. Biosci. 6, 623633 (2006). *Praktikum/Practical "Basic of Biomaterials"* <p>Literaturangaben (begleitend und zur Vorbereitung) finden sich in den aktuellen Versuchsanleitungen/Bibliographical references (complementary and for preparation) are found in current script.</p>

1	Modulbezeichnung 22802	Grundlagen der Anatomie und Physiologie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Christian Alzheimer apl.Prof.Dr. Clemens Forster Prof. Dr. Alexey Ponomarenko Prof. Dr. Peter Soba PD Dr. Tobias Huth	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	Inhalt	<p>Die Grundlagen der menschlichen Physiologie und Anatomie werden betrachtet.</p> <p>Dabei wird das grundlegende menschliche Nervensystem, Auge, Ohr, das somatosensorische System und die zentrale Motorik des Menschen betrachtet.</p> <p>Im zweiten Teil der Vorlesung wird das Herz-Kreislauf System sowie das Magen-Darm System und der Blut- und Atmungskreislauf erklärt.</p> <p> *Content:*</p> <p>The fundamentals of human physiology and anatomy are contemplated. At the same time, the underlying human nervous system, the eye, the ear, the somatosensory system and the central motor function of humans is detailed. In the second part of the lecture course, the cardiovascular system as well as the gastrointestinal and the blood circulation and breathing circuit are explained.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen den grundlegenden Aufbau des menschlichen Körpers. • verstehen die Mechanismen des Blut- und Atmungskreislaufs, Motorik und des Herz- Kreislaufsystems. <p> *Educational Goals and Competences:*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the fundamental structure of the human body. • understand the mechanisms of blood and breathing circulation, motor function and the cardiovascular system. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Biomaterialien Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	

11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Geeignete begleitende Literatur wird in der Vorlesung genannt./ Relevant accompanying literature will be detailed during the lecture.

Werkstoffsimulation

1	Modulbezeichnung 46272	Discrete and Continuum Simulation (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Foundations of Finite Element Simulation (Lecture/Tutorial) (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Numerische Methoden in den Werkstoffwissenschaften - Atomistische Methoden (4 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser Erik Bitzek	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti	
5	Inhalt	1. Atomistic simulation methods; 2. Molecular dynamics simulations 3. Statics and energy minimization; 4. Continuum models for materials simulation 5. Mathematical formulation and discretization schemes 6. Finite element method	
6	Lernziele und Kompetenzen	The students <ul style="list-style-type: none"> understand and operate the state-of-the-art modeling techniques in materials simulation, both at the atomistic level and in the continuum. acquire advanced knowledge of the molecular dynamics methods, acquire advanced knowledge of the finite element method acquire advanced knowledge of the advanced techniques of data analysis that are relevant in material modeling, both in research and in applications. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Werkstoffsimulation Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich	
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	

1	Modulbezeichnung 46271	Foundations of Materials Simulation (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Multi-scale Simulation Methods I (Lecture) (1 SWS)</p> <p>Praktikum: Kernfachpraktikum Werkstoffsimulation (WW8) (0 SWS)</p> <p>Seminar: Introduction to Advanced Maths and Calculus (1 SWS)</p> <p>Übung: Multi-scale Simulation Methods I (Tutorial) (1 SWS)</p>	<p>-</p> <p>6 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p>
3	Lehrende	<p>PD Dr.habil. Paolo Moretti</p> <p>Prof. Dr. Michael Zaiser</p> <p>Prof. Dr. Michael Zaiser</p>	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	<p>1. Mathematical and numerical background in materials simulation;</p> <p>2. Molecular dynamics;</p> <p>3. Monte Carlo methods;</p> <p>4. Kinetic Monte Carlo method;</p> <p>5. Finite element method;</p> <p>6. Phase field method;</p> <p>7. Lattice and network models.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • gain an overview of the problem of materials simulation across scales • acquire knowledge on the general aspects of both atomistic and continuum modeling • gain experience in the practical application of these methods to real problems of materials mechanics modeling. • learn techniques of programming and data analysis of relevance in materials science • which includes theoretical content and hands-on experience
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Werkstoffsimulation Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46276	Foundations of phase field modelling (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Phase Field Simulation (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Advanced Materials Simulation with Phase Field (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Frank Wendler	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Frank Wendler
5	Inhalt	1. Continuum modeling; 2. Introduction to the phase field method; 3. Advanced materials simulation with the phase field method; 4. Practicals and hands-on activities
6	Lernziele und Kompetenzen	Students <ul style="list-style-type: none"> gain an extensive knowledge of the phase field method, from the more general aspects to the most advanced current applications become familiar with the theoretical tools of the phase field method acquire the practical aspects of its numerical implementations, through extensive practical sessions.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46274	Materials Informatics (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Data Driven Materials Science (0 SWS) Vorlesung mit Übung: Computational models of biomaterial failure (2 SWS) Vorlesung: Computational Materials Engineering and Data Science for Industrial Application (2 SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser Stefan Hiemer PD Dr.habil. Paolo Moretti Dr. Johannes Möller	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	1. Data science in materials modeling 2. Correlations and methods of statistical inference 3. Machine learning techniques 4. Elements of high performance computing 5. Data structures in microstructure modeling
6	Lernziele und Kompetenzen	the students <ul style="list-style-type: none"> • acquire advanced knowledge of computer-based techniques of data analysis and materials modeling • learn methods of relevance in the treatment of data coming from both simulations and experiments. • become familiar with concepts and tools of machine learning and high performance computing, of relevance in the study of materials properties, through extensive practical sessions
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46273	Material Theory (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Generalized Continuum Models of Materials Mechanics (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Foundations of Computational Materials Science I (Lecture/Tutorial) (1 SWS)	1,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	1. Theoretical foundations of atomistic models
		2. Coarse graining and formulation of continuum theories
		3. Generalized continuum theories.
6	Lernziele und Kompetenzen	students learn the theoretical foundations of the models behind current state-of-the-art simulation techniques <ul style="list-style-type: none"> • develop a critical understanding of current modeling tools and approximation methods • develop a critical understanding of relevance both for atomistic modeling and for continuum approaches
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46275	Microstructure Modeling (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Dislocation Theory and Dislocation Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Dislocation Theory and Dislocation Simulation (Lecture/Tutorial) (1 SWS) Übung: Modelling Materials with Finite Element Simulations (Tutorial) (1 SWS) Seminar: Seminar Computational Materials Science I (2 SWS)	1 ECTS 1,5 ECTS 1,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser PD Dr.habil. Paolo Moretti Dr. Frank Wendler Dr. Frank Wendler	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	1. Finite element simulation methods 2. Dislocation theory and simulation 3. Discrete and continuum microstructural modeling 4. Discretization schemes 5. Network models
6	Lernziele und Kompetenzen	Students <ul style="list-style-type: none"> develop advanced knowledge in the field of computer-aided microstructure modeling techniques. develop advanced knowledge in discrete methods develop advanced knowledge in continuum models in conjunction with the appropriate discretization techniques. <ul style="list-style-type: none"> understand the theoretical aspects of continuum and discrete microstructure
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Mikro- und Nanostrukturforschung

1	Modulbezeichnung 46284	3D Characterization in Materials Science (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 3D Characterization in Materials Science (2 SWS) Praktikum: Practical Course to 3D Characterization in Materials Science (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Apeleo Zubiri Prof. Dr. Erdmann Spiecker Dr. Johannes Will	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker	
5	Inhalt	The module focuses on the application of 3D characterization methods in materials science. Techniques on different length scales (meters down to angstroms) using different probes (e.g. visible light, X-rays, electrons) are covered. The aim of this module is to give an overview over available techniques, to teach the underlying physical principles and to point out specific advantages, challenges and limits, demonstrated on recent research examples. Focal topics are transmission tomography methods on the nano- and microscale, namely high-resolution X-ray computed tomography (Nano-CT) and electron tomography. Sample preparation, data acquisition, 3D reconstruction, data handling and analysis are taught in both the lecture and the practical course. The theoretical background of 3D reconstruction techniques for transmission tomography is also part of the lecture.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Overview over 3D characterization techniques on different length scales using different probes, demonstrated on recent research examples</p> <p>Verstehen</p> <p>Understand the underlying physical principles and specific advantages, challenges and limits of different 3D techniques in materials science</p> <p>Analysieren</p> <p>Learn theoretical and practical aspects of sample preparation, data acquisition, 3D reconstruction and analysis of transmission tomography on the nanoscale</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<ul style="list-style-type: none"> • G. Hübschen, I. Altpeter, ... H.-G. Herrmann: Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods. Elsevier. • J. Frank: Electron Tomography - Methods For Three-Dimensional Visualization of Structures in the Cell. Springer. • T. M. Buzug: Computed Tomography. Springer. • Burnett et al. 2014, Correlative Tomography, Scientific Reports 4, 4711. • Hauser et al. 2017, Correlative Super-Resolution Microscopy: New Dimensions and New Opportunities, Chem. Rev. 117, 7428-7456. • Lecture notes.

1	Modulbezeichnung 46282	Applied Micro- and Nanostructure Research (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Practical Course Electron Microscopy I (2 SWS)	2 ECTS
		Praktikum: Practical Course Electron Microscopy II (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Apeleo Zubiri Prof. Dr. Erdmann Spiecker Prof. Dr. Erdmann Spiecker Dr. Johannes Will	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker	
5	Inhalt	<p>Practical introduction, application and hands-on experience of TEM and SEM techniques for materials characterization. Recommended is the assignment to the module "Scanning Electron Microscopy in Materials Science and Nanotechnology.</p> <p>The practical courses is organized as follows:</p> <p>Practical Course Electron Microscopy I (WS):</p> <p>3 days of practical course "as block during the first week of the semester break in February</p> <p>Practical Course Electron Microscopy II (SS):</p> <p>4 days of practical course during the lecture period</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>Deeper knowledge and understanding of fundamentals of electron microscopy techniques</p> <p>Anwenden</p> <p>Hands-on experience on SEM and TEM instruments</p> <p>Application of advanced microcopy techniques</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Fundamentals of image and data analysis</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	

9	Verwendbarkeit des Moduls	Mikro- und Nanostrukturforschung Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Practical course descriptions Lecture notes Transmission Electron Microscopy in Material Science I & II Lecture notes Scanning Electron Microscopy in Materials Science and Nanotechnology

1	Modulbezeichnung 46291	Fundamentals of Micro- and Nanostructure Research NT (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Transmissionselektronenmikroskopie 1 (2 SWS) Vorlesung: Transmissionselektronenmikroskopie in Materialforschung und Nanotechnologie 2 (2 SWS) Vorlesung: Rasterelektronenmikroskopie in Materialforschung und Nanotechnologie (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr. Mingjian Wu Prof. Dr. Erdmann Spiecker Dr.-Ing. Benjamin Apeleo Zubiri Dr. Stefanie Rechberger Dr.-Ing. Thomas Przybilla Dr. Johannes Will	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker
5	Inhalt	<p>The module deals with the fundamentals of micro- and nanostructure research with the focus on today's state-of-the-art capabilities of transmission electron microscopy in the investigation of materials down to the atomic scale. The module begins (TEM 1 exercise, and TEM 1 lecture as part of the M1 Pflichtmodul) with the basic physics of fast electrons, their generation and guidance by electromagnetic fields and their interaction with matter in the specimen and the detector. Afterwards various imaging (BF, DF, HRTEM, STEM), diffraction (ED, CBED), spectroscopic (EDXS, EELS, EFTEM) and 3D (ET) techniques including their applications to current research topics will be introduced. The aim is always to give insight into both the contrast mechanisms and physics of as well as the achievable information delivered by the different techniques.</p> <p>The module furthermore focuses on the introduction to Scanning Electron Microscopy (SEM) in Materials Science and Nanotechnology. Amongst others, the following topics are addressed: Components of an SEM instrument Elastic/inelastic electron-probe/sample interactions, interaction volume, generation of secondary and backscattered electrons Contrast mechanisms of different detector systems Topographic und chemically-sensitive imaging Electron diffraction and its application in SEM Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM) Quantitative X-ray spectroscopy Focused ion beams (Dual-Beam FIB, He-ion microscopy) Preparation-specific challenges Application examples.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • SEM lecture: • Introduction to the basic concepts of and physics behind SEM • TEM 1 & 2 exercise and TEM 2 lecture in addition to TEM 1 lecture (from M1 Pflichtmodul):

		<ul style="list-style-type: none"> • Basic concepts of the interaction of fast electrons with matter • Introduction of TEM components and their functionality • Knowledge about the application of high resolution techniques for nanomaterials • Verstehen • SEM lecture: • Overview over applications and deeper understanding of SEM and FIB techniques in materials science on the micro- and nanoscale • Enhancement of knowledge through teaching of current SEM applications and state-of-the-art developments in research • TEM 1 & 2 exercise and TEM 2 lecture in addition to TEM 1 lecture (from M1 Pflichtmodul): • In-depth understanding of microscopy techniques for micro- and nanostructure research • In-depth understanding of basic and advanced imaging, diffraction and spectroscopic TEM techniques and their application to material science <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • TEM 1 & 2 exercise: • Hands-on-training on modern analysis software for EM applications • Each topic will be accompanied with suitable exercises • Analysieren • Insight into the structure property relationship of materials
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Mikro- und Nanostrukturforschung Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<p>TEM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Goodhews, Humphreys and Beanland: Electron Microscopy and Analysis; • Williams & Carter: Transmission Electron Microscopy; • Reimer & Kohl: Transmission Electron Microscopy;

- Fultz & Howe: Transmission Electron Microscopy and Diffractometry of Materials;
- Reimer: Transmission Electron Microscopy;
- De Graef: Introduction to Conventional Transmission Electron Microscopy;
- Reimer: Scanning Electron Microscopy;
- P. Haasen: Physikalische Metallkunde;
- G. Gottstein: Physikalische Grundlagen der Materialkunde;
- J. M. Cowley: Diffraction Physics
- SEM:
- Reimer, Scanning Electron Microscopy, Springer Verlag.
Goodhews, Humphreys and Beanland: Electron Microscopy and Analysis Goldstein et al., Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis (2003) N. Yao, Focused Ion Beam Systems, Basics and Applications, Cambridge University Press, 2010. L.A. Gianuzzi, F.A. Stevie, Introduction to Focused Ion Beams. Instrumentation, Theory, Techniques and Practice, Springer, 2005. J. Orloff, M. Utlaut, L. Swanson, High Resolution Focused Ion Beams: FIB and its Applications, Springer, 2003 Lecture notes.

1	Modulbezeichnung 46285	Scattering Methods for Nanostructured Materials (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Scattering Methods for Nanostructured Materials (2 SWS) Übung: Exercise Scattering Methods for Nanostructured Materials (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr. Johannes Will Prof. Dr. Erdmann Spiecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker	
5	Inhalt	The module focuses on the application of scattering methods for crystal structure determination in general (diffraction), the investigation of supported nanostructures and thin films (grazing incidence diffraction and reflectometry) and for the size and shape analysis of nanostructures in solution (small-angle scattering). Basic concepts of Fourier transforms will be applied to the interaction of a primary probe with a periodically ordered object. Moreover, the impact of multiple scattering events on the diffracted intensity and its angular dependence will be discussed in a unified model for neutrons, x-rays and electrons. Those theoretical considerations will built the basis for the understanding of the methods named above. For all methods, current published research examples will be showcased.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>Basics of Fourier transform and convolution</p> <p>Understanding of the interaction of neutrons, x-rays and electrons with atoms and their arrays</p> <p>Physical principles of the interaction of a scattering probe with an extended crystalline lattice</p> <p>Understanding how scattering methods contribute and which kind of information can be extracted for todays challenges in material science</p> <p>Anwenden</p> <p>Each topic will be accompanied with suitable exercises</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<ul style="list-style-type: none"> • D.S. Sivia: Elementary Scattering Theory • B.E. Warren: X-ray Diffraction • J. M. Cowley: Diffraction Physics • A. Authier: Dynamical Scattering Theory • Als-Nielsen & McMorrow: Elements of modern X-ray physics • J. Daillant and A. Gibaud: X-ray and Neutron Reflectivity: Principles and Applications • Renaud et al. 2009, Probing surface and interface morphology with Grazing Incidence Small Angle X-ray Scattering, Surface Science Reports 64, 255-380. • Rivnay et al. 2012, Quantitative Determination of Organic Semiconductor Microstructure from the Molecular to Device Scale, Chem. Rev. 112, 5488-5519.

1. und 2.

Naturwissenschaftlich- technisches Wahlmodul

1	Modulbezeichnung 46284	3D Characterization in Materials Science (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: 3D Characterization in Materials Science (2 SWS) Praktikum: Practical Course to 3D Characterization in Materials Science (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Apeleo Zubiri Prof. Dr. Erdmann Spiecker Dr. Johannes Will	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker	
5	Inhalt	The module focuses on the application of 3D characterization methods in materials science. Techniques on different length scales (meters down to angstroms) using different probes (e.g. visible light, X-rays, electrons) are covered. The aim of this module is to give an overview over available techniques, to teach the underlying physical principles and to point out specific advantages, challenges and limits, demonstrated on recent research examples. Focal topics are transmission tomography methods on the nano- and microscale, namely high-resolution X-ray computed tomography (Nano-CT) and electron tomography. Sample preparation, data acquisition, 3D reconstruction, data handling and analysis are taught in both the lecture and the practical course. The theoretical background of 3D reconstruction techniques for transmission tomography is also part of the lecture.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Overview over 3D characterization techniques on different length scales using different probes, demonstrated on recent research examples</p> <p>Verstehen</p> <p>Understand the underlying physical principles and specific advantages, challenges and limits of different 3D techniques in materials science</p> <p>Analysieren</p> <p>Learn theoretical and practical aspects of sample preparation, data acquisition, 3D reconstruction and analysis of transmission tomography on the nanoscale</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<ul style="list-style-type: none"> • G. Hübschen, I. Altpeter, ... H.-G. Herrmann: Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods. Elsevier. • J. Frank: Electron Tomography - Methods For Three-Dimensional Visualization of Structures in the Cell. Springer. • T. M. Buzug: Computed Tomography. Springer. • Burnett et al. 2014, Correlative Tomography, Scientific Reports 4, 4711. • Hauser et al. 2017, Correlative Super-Resolution Microscopy: New Dimensions and New Opportunities, Chem. Rev. 117, 7428-7456. • Lecture notes.

1	Modulbezeichnung 46213	Additive Fertigung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Gerichtete Erstarrung (1 SWS)	1 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Vorlesung Gerichtete Erstarrung (0 SWS)	0,5 ECTS
		Praktikum: Praktikum Additive Fertigung (1 SWS)	1 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Additive Fertigung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Peter Randelzhofer Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlage der generativen Fertigung • Methoden der additiven Fertigung • Werkstoffphänomene bei der additiven Fertigung • Epitaktische Erstarrung • Rissbildung • Vergleich mit der Erstarrung beim Gießen • Charakterisierung additiv gefertigter Bauteile • Legierungsentwicklung für die additive Fertigung • praktische Arbeiten aus dem Bereich additive Fertigung • praktische Arbeiten aus dem Bereich Feingießen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ können die unterschiedlichen Methoden der additiven Fertigung einordnen. ◦ erkennen die technischen Herausforderungen bei der additiven Fertigung und beim Feingießen ◦ erkennen die Besonderheiten der additiven Fertigung hinsichtlich Gefügeausbildung und Bauteileigenschaften. Evaluieren (Beurteilen) durchdringen die Erstarrungsvorgänge bei der additiven Fertigung durch Vergleich mit der Erstarrung beim Gießen Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46265	Advanced applications: Biofabrication and Drug Delivery (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum "Biofabrication and Drug Delivery" (0 SWS) Vorlesung: Biofabrikation (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerhard Frank Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr.-Ing. Rainer Detsch	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	Inhalt	<p>*Vorlesung Biofabrikation*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsfelder Additive Fertigung- Grundprinzip • Aufbau und Funktionsweise eines 3D Druckers • Unterschiedliche Systeme des 3D Druckens • Anforderungen an Biotinten • Eigenschaften synthetischer und natürlicher Biotinten • Synthese und Vernetzungsmechanismen von Hydrogelen • mechanische und chemische Charakterisierung der Biotinte • Zell-Drucken und Zell-Reifung • Verschiedene Anwendungen der Biofabrikation: Organ on a Chip und Gewebeanaloga <p>*Praktikum "Drug Delivery Systeme"*: Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung der Vorlesungsinhalt Hydrogele</p> <p>*Praktikum "3D Drucken"*: Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung der Vorlesungsinhalt Additive Fertigung von Biopolymeren: 3D Extrusionsdrucken von Polycaprolacton und Alginate</p> <p> *Content:*</p> <p>*Lecture Biofabrication*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Application fields Additive Manufacturing- basic principle • Setup and operating principle of 3D printer • Different systems of 3D printing • Requirements for bioinks • Properties of synthetic and natural bioinks • Synthesis and cross-linking of hydrogels • Mechanical and chemical characterisation of bioinks • Cell-printing and cell-maturation • Different applications of biofabrication: Organ on a Chip and tissue analogs <p>*Practical "Drug Delivery Systems"*: Experimental work to consolidate the content of the lecture course hydrogels</p>	

		Practical "3D Printing": Experimental work to consolidate the content of the lecture course Additive Manufacturing of Biopolymers: 3D Extrusion printing of Polycaprolacton and Alginate
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>* Biofabrikation*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erfassen die Wichtigkeit verschiedener Konzepte im Bereich der Biofabrikation. • lernen physikalische/chemische Grundlagen von Hydrogelen, Zellen-Gewebe und 3D Drucken. • verstehen der Interaktion von Biotinte, 3D Drucken und Zellen • verstehen der Mechanismen der 3D Generierung: [Organ on a Chip bis hin zu Gewebeanaloga] <p>*Praktikum Drug-Delivery-Systeme*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ lernen das sterile Arbeiten, Pipettieren und Mikroskopieren. ◦ verstehen die Freisetzungskinetik von Drug-Delivery-Systemen. ◦ haben einen Überblick über Methoden der Herstellung und Charakterisierung von Mikrokapseln im Hinblick auf die biomedizinische Anwendung. ◦ grasp the importance of the different concepts in the area of biofabrication. ◦ learn physical/chemical fundamentals on hydrogels, cells-tissues and 3D printing. ◦ understand the interaction between bioinks, 3D printing and cells ◦ understand the mechanisms of 3D generation: from Organ on a Chip to tissue analogs ◦ understand the importance of polymeric materials for biofabrication processes *Practical 3D-Printing* The students learn to work in sterile conditions, using a pipette and microscope. understand the release kinetics of drug-delivery-systems. get an overview on fabrication and characterisation methods of microcapsules in regards of biomedical applications.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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	<p>*Biofabrikation/Biofabrication*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moroni, L., et al. (2018). "Biofabrication: A Guide to Technology and Terminology. Trends in Biotechnology. • Groll, J., et al. (2018). "A definition of bioinks and their distinction from biomaterial inks. Biofabrication, 11(1) • Valot, L., Martinez, J., Mehdi, A., and Subra, G. (2019). "Chemical insights into bioinks for 3D printing. Chemical Society Reviews, 48(15), 40494086. • Yi, H.-G., Lee, H., and Cho, D.-W. (2017). "3D Printing of Organs-On-Chips. Bioengineering, 4(4), 10. <p>*Drug-Delivery-Systeme/Drug-Delivery-Systems*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augst, A. D., Kong, H. J., and Mooney, D. J. (2006). "Alginate hydrogels as biomaterials. Macromolecular bioscience, 6(8), 623633. • Smidsrød O, Skjåk-Braek G. (1990) "Alginate as immobilization matrix for cells. Trends Biotechnol.;8(3):71-8. • Productinformation: Bradford Reagent, Prod.No. B6916, Sigma <p>* 3D Drucken/3D Printing*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liaw, C. Y., and Guvendiren, M. (2017). "Current and emerging applications of 3D printing in medicine. Biofabrication. • Chia, H. N., and Wu, B. M. (2015). "Recent advances in 3D printing of biomaterials. Journal of Biological Engineering, 9(1), 4.

1	Modulbezeichnung 46266	Advanced applications: Composites and Surfaces (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine (2 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Dentale Biomaterialien (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Dr. Julia Will PD Dr. Renan Belli Prof. Dr. Ulrich Lohbauer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	Inhalt	<p>*Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorteile von Verbundwerkstoffen als Werkstoffe in der Medizin • Gefüge-Eigenschaft-Korrelation bei Verbundwerkstoffen • Beispiele für Verbundwerkstoffe und deren Einsatz in der Medizintechnik • Bedeutung der Nanomaterialien in der Medizintechnik • Charakterisierung von Nanomaterialien • Nanoteilchen, Nanotubes • Zelltoxizität und Grenzen des Einsatzes von Nanoteilchen in der Medizintechnik • Sol-Gel-Verfahren zur Herstellung von Nanoteilchen • Kolloidale Prozesse und Funktionalisierung von Nanoteilchen • Herstellung von Nanoteilchen auf der Bioroute • Biogene Nanopartikel • "Green Chemistry" für die Herstellung von Nanoteilchen • Ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Nanobiomedizin. 	
		<p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine*</p> <p>This course introduces the basics of chemistry and physics of surfaces including characterization methods for biomaterial surfaces. Surface properties which are relevant for protein and cell attachment are discussed. Fundamentals of protein and protein adsorption on biomaterials are presented as well as the effect of chemical composition, topography, hydrophobic and hydrophilic surfaces, stiffness of the biomaterial and ion release effects from the biomaterial on cell attachment and success of the implanted material in general. The lecture also gives surface modification strategies for implants and scaffolds including biomedical coatings and bioactive surfaces. The course covers also functionalization strategies for biomaterials. Protein adsorption mechanisms and the basics of the interaction between a biomaterial (implant) and tissues (foreign body reaction) are covered.</p>	

Protein adsorption mechanisms and the basics of the interaction between a biomaterial (implant) and tissues (foreign body reaction) are covered.

Dentale Biomaterialien

- Aufbau der Zähne
- Zahnkrankheiten
- Biomechanik
- Dentale Konstruktionslehre, Präparation
- Zemente & Polymere
- Befestigung am Zahn
- Befestigung am Substrat
- Implantate
- digitaler Workflow, klinische Fraktografie
- Mechanische Eigenschaften & Prüfung
- Dentalkeramik

[*Content:*

Composite materials and nanomaterials in medical technology

- Advantages of composites as materials for medicine
- Microstructure-property-correlation in composites
- Gefüge-Eigenschaft-Korrelation bei Verbundwerkstoffen
- Examples of composites and their usage in medical technology
- Importance of nanomaterials in medical technology
- Characterisation of nanomaterials
- Nanoparticles, nanotubes
- Cell toxicity and limitations of use of nanoparticles in medical technology
- Sol-gel-processes for fabrication of nanoparticles
- Colloidal processes and functionalization of nanoparticles
- Production of nanoparticles using the bio-route
- Biogenic nanoparticles
- "Green chemistry" for the synthesis of nanoparticles
- Selected examples from the area of nanobiomedicine

Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine: see above

Dental Biomaterials

- Structure of teeth
- Tooth diseases
- Biomechanics
- Dental design theory, preparation
- Cements & polymers
- Attachment on teeth
- Attachment on substrate
- Implants
- Digital workflow, clinical fractography

		<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical properties and examination • Dental ceramics
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • gewinnen einen Überblick über die aktuell und zukünftig in der Medizintechnik eingesetzten Nanomaterialien. • kennen spezifische Eigenschaften, Anwendungen und Vorteile von Nanokompositen. • verstehen die Zusammensetzung und Entwicklung solcher Verbundwerkstoffe für die Medizintechnik in Anwendungen wie Beschichtungen, Scaffolds, Drug-Delivery Systeme und antimikrobielle Oberflächen. <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine:* see below</p> <p>*Dentale Biomaterialien*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen den Aufbau und die Struktur von Zähnen und die daraus abgeleiteten mechanischen und physikalischen Eigenschaften. • kennen die Struktur und die Zusammensetzung dentaler Biomaterialien wie hochgefüllte Polymere, Dentalkeramiken oder Titanimplantate. • verstehen die relevanten Krankheitsbilder, die zum Zahnverlust führen können und bekommen Einblick in die Kariesätiologie. • entwickeln das Verständnis für die Prinzipien dentaler Konstruktionslehre (Kavitätenpräparation) im Hinblick auf die unterschiedlichen Restaurationsmaterialien und Befestigungstechniken. • klassifizieren die Prinzipien der dentalen Befestigungstechnik und speziell der adhäsiven Klebetechnik. • können den Unterschied zwischen direkter, plastischer Füllungstherapie und indirekten, prothetischen Restaurationen diskutieren. • sind in der Lage dentale Biomaterialien, anwendungsspezifisch hinsichtlich mechanischer, physikalischer, chemischer und biologischer Eignung zu untersuchen. <p>[*Educational objectives and competences:*</p> <p>*Composite Materials and Nanomaterials in Medical Technology*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • obtain an overview on the current and future nanomaterials used in medical technology.

		<ul style="list-style-type: none"> • know specific properties, applications and advantages of nanocomposites. • understand the composition and development of such composite materials for medical technology for applications such as coatings, scaffolds, drug-delivery systems and antimicrobial surfaces <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • learn the basics of different aspects of interfaces of biomaterials. In particular, focus will be placed on the interaction between different biomaterials (polymers, metals, ceramics) with the physiological fluids and the surrounding tissue. • can apply their knowledge in order to judge the success of the different biomaterials and to optimize the surface properties for specific applications • know and can explain methods of surface characterization. <p>*Dental biomaterials*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the structure of a tooth and their mechanical and physical properties. • understand the structure and the composition of dental biomaterials, such as highly filled polymers, dental ceramics or titanium implants. • understand the relevant clinical pictures, which lead to tooth loss, and an insight into the etiology of caries formation. • develop an understanding for the principles of dental design theory (Cavity preparation) with view to the different restoration materials and fixation techniques, • classify the principles of dental fixation techniques, in particular the adhesive technique. • can discuss the difference between direct, plastic restorative therapy and indirect, prosthetic restorations. • are able to examine dental biomaterials from a user specific standpoint regarding mechanical, physical, chemical and biological suitability.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<p>*Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik/ Composites and nanomaterials in medical technology*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambrosio (ed.): Biomedical composites; Oxford, 2010 • Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 2009 <p>*Biomaterial Interfaces und Werkstoffoberflächen in der Medizin/Material surfaces in medicine*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomaterials Science, 2nd ed., B. D Ratner et al. (eds.), Elsevier, 2004. • Surface Modification of Biomaterials: Methods analysis and applications, R. Williams (ed.), Woodhead Publishing, 2010 <p>Further recommended reading will be announced in the lectures.</p> <p>*Dentale Biomaterialien/Dental Biomaterials*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rosentritt M., Ilie N., Lohbauer U. Werkstoffkunde in der Zahnmedizin. Thieme Verlag. 2018 (ISBN 978-3-1324-0123-5)

1	Modulbezeichnung 46288	Advanced Corrosion Science (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Corrosion Science (2 SWS) Praktikum: Advanced Corrosion Science (Praktikum) (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Michael Strebl Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	<p>Recap of fundamental background in electrochemistry and corrosion</p> <p>Introduction to advanced methods in corrosion science:</p> <p>Electrochemical methods (Polarization curve, EIS, EC noise)</p> <p>Local techniques (SVET, SKP, SIET, LEIS)</p> <p>Non electrochemical techniques: Respirometry, mass loss, solution analysis, resistance method</p> <p>Surface analysis (SEM, TEM, EDX, XPS, Auger, ToF SIMS, GDOES, atom probe analysis)</p> <p>Discussion of current issues in corrosion science:</p> <p>Biodegradable metals</p> <p>Passive films und localized corrosion</p> <p>Atmospheric corrosion</p> <p>Corrosion in nuclear waste repositories</p> <p>Corrosion of advanced materials: AM, BMG, high entropy alloys und ultrafine-grained materials</p> <p>Drinking water corrosion, microbially induced corrosion, cathodic protection</p> <p>Inhibitors und smart coatings</p> <p>Mg und Al corrosion</p> <p>Corrosion Modelling, DFT</p> <p>(Corrosion in) Electrochemical energy storage and conversion</p>

		Corrosion failure case studies and analysis: Discussion of the conditions and mechanisms that led to corrosion failure based on observations and experimental evidence and derivation of a solution to the problem.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identify, distinguish, and explain corrosion mechanism and different forms of corrosion. • Illustrate and explain electrochemical, local, non-electrochemical and surface analysis methods that are used in corrosion science. • Interpret results of the characterisation methods described above • Explain the different concepts of smart coatings and self-healing coatings including triggers and release mechanisms of inhibitors. • Present the details that play a role atmospheric corrosion processes like salts, relative humidity, electrolyte film thickness, time of wetness, influence of gases, wet dry cycling and corrosion product formation. • Explain different test methods for atmospheric corrosion, like lab exposure, accelerated corrosion tests and field exposure tests. • Discuss special features in the corrosion mechanisms of Mg and Al alloys (anomalous H₂ evolution). • Review different mechanisms of localized corrosion and explain the significance of pit initiation and pit growth, critical pitting potential, critical pitting temperature and repassivation in localized corrosion. • Explain cathodic and anodic paint disbonding or delamination and how it can be studied using SKP. • Assess findings of scientific investigations of corrosion failure, determine corrosion mechanisms that lead to the corrosion issue and develop a concept for solving the corrosion problem. • Explain mechanisms of different types of corrosion inhibitors. • Summarize corrosion properties of advanced materials like high entropy alloys, bulk metallic glasses, additive manufactured materials or ultrafine-grained materials. • Describe corrosion related aspects of nuclear waste storage and the influence of radiation on corrosion. • Compare different types of metals in their applicability as a biodegradable metal and explain surface treatments to control the degradation behavior. • Understand the complexity of simulated body fluids and possible discrepancy between in vitro and in vivo experiments. • Describe mechanisms of microbially induced corrosion, dezincification. • Explain cathodic protection strategies by sacrificial anodes and impressed current cathodic protection.

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	It is recommended to hear the lecture "Korrosion und Oberflächentechnik (Bachelor program materials science and engineering, 5th Semester) for the participation in this module.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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	Englisch
16	Literaturhinweise	Recommended literature will be provided during the course of the lecture.

1	Modulbezeichnung 46257	Advanced Semiconductor Technologies Photovoltaic Systems I - Fundamentals (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar and Conference Participation on Solar Energy (2 SWS) Praktikum: Lab Work Characterization and Advanced Defect Imaging of PV Modules and Systems (3 SWS)	2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Ning Li Prof. Dr. Christoph Brabec Dr. Jens Hauch Dr. Andres Osvet	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Brabec	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work The lecture will introduce into the fundamentals of photovoltaic energy conversion. The conversion of light into electricity is one of the most efficient power technologies by today and is expected to transform our energy system towards a renewable scenario. The limits of photovoltaic energy conversion, the materials and architectures of major PV technologies and advanced characterization methods for modules as well as solar fields will be introduced theoretically and experimentally during the lecture, a seminar and the lab works.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> The students will learn the concept of black body radiation and the radiation laws and the limits of light energy conversion. The fundamental semiconductor junctions (p-n, M-i-M, Shottky and Hetero Junction) are repeated. The one diode and two diodes replacement circuits are explained. Electrical, optical, recombination and extraction loss mechanisms are discussed separately and demonstrated at the hand of numerical drift-diffusion equation solvers. The most important solar cell concepts (Si, CIGS, CdTe, GaAs, Perovskites, Organics) are introduced, and the strengths and weaknesses of each technology are analysed. Characterization of Photovoltaic Modules will be trained by flashed measurements in the lab. Defect imaging methods like DLIT, EL or PL imaging will be trained at the hand of module installations in Erlangen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering, Nanotechnology, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46256	Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors III - Processing (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab Work Solution Processed Electronics (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Advanced Semiconductor Technologies - Solution Processed Devices / Applications (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Thomas Heumüller Dr. Andres Osvet Prof. Dr. Christoph Brabec	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Brabec	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work The lecture will introduce into the specifics of electronic transport in disordered semiconductors as compared to inorganic semiconductors. As a consequence of the transport properties, quite unique device architectures are developed for disordered semiconductor devices. As a prototype representative, organic semiconductor devices (organic solar cells and LEDs) are discussed in more detail.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Processing and characterization of organic, perovskite, etc solar cells, LEDs , displays or X-Ray detectors will be trained in the lab work. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 100 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46255	Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors II - Processing (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Semiconductor Materials - Excited States and Charge Transport in Organic Semiconductors (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Advanced Semiconductor Technologies - Processing (including Lab Work Organic Electronics Processing) (2 SWS)	3 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.rer.nat. Hans-Joachim Egelhaaf Prof. Dr. Christoph Brabec	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.rer.nat. Hans-Joachim Egelhaaf	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work The lecture will give an introduction to coating and printing technologies for the manufacturing of (opto-)electronic devices by solution processing. Special emphasis will be on upscaling from lab scale devices to large area commercial products. The fundamentals of the different technologies as well as their application for the manufacturing of active layers, transparent electrodes and transparent barriers will be described in detail. Exercises will provide a more quantitative approach to thin film processing while lab work will allow hands on experience of the lecture content.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Exercises will teach the students to base their decisions for materials, coating/printing technologies and patterning methods on quantitative considerations. These will include the calculation of resistance losses in transparent electrodes, of the viscosities and surface tensions of inks as well as of the water vapor transmission rates of barriers. ◦ Deposition and patterning of electrodes, active layers, and barriers for organic or perovskite solar cells will be trained in the lab work. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering, Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46254	Advanced Semiconductor Technologies Solution Processed Semiconductors I: Materials - Nanocrystals (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Kolloidale Nanokristalle (2 SWS)</p> <p>Seminar: Seminar über "Solution Processed Semiconductors" (2 SWS)</p> <p>Praktikum: Advanced Semiconductor Technologies - Synthesis of Carbon Quantum Dots (1 SWS)</p> <p>Vorlesung: Advanced Semiconductor Technologies - Materials for Organic Electronics (2 SWS)</p>	<p>3 ECTS</p> <p>2 ECTS</p> <p>1 ECTS</p> <p>3 ECTS</p>
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Heiß Prof. Dr. Marcus Halik	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Heiß
5	Inhalt	<p>Lecture / Seminar / Lab work</p> <p>Applications of colloidal nanocrystal materials</p> <p>Growth models to describe nucleation, growth and ripening of nanocrystals</p> <p>Optical properties of quantum dot materials</p> <p>Colloidal nanocrystals operating in the infrared</p> <p>Perovskite based colloidal nanocrystals</p> <p>Devices based on colloidal nanocrystals</p> <p>Topological insulators and two-dimensional materials</p> <p>Synthetic routes towards colloidal nanocrystals</p> <p>Fundamentals of charge transport and optical properties of conjugated polymers</p> <p>Organic semiconductor materials</p> <p>Fundamentals of carbon allotropes</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Obtaining a detailed understanding of the physics and chemistry of semiconductor nanocrystals</p> <p>Understanding and practically performing the synthesis of a colloidal semiconductor material</p> <p>Independent development and presentation of new research results from the literature on the topic of solution processed semiconductors</p>

		<p>Understanding of special optical processes in semiconductor nanocrystals</p> <p>Knowledge of nanocrystal applications in devices</p> <p>Understanding fundamentals of organic semiconductors and carbon allotropes</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46209	Anforderungen der Industrie in Simulation und Anwendung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Anforderungen der Industrie an Werkstoffingenieure (2 SWS) Kurs: Einführung in die Finite Elemente Methode FEM (FEM-WWI) (1 SWS) Praktikum: Praktikum: FEM (0 SWS)	3 ECTS 1,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Weidinger Philip Pohl	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	<p>*Einführung in die Finite Elemente Methode und Praktikum, Ü+P, 1+2 SWS, 1+2 ECTS*</p> <p>*Anforderungen an einen Werkstoffingenieur in der industriellen Praxis, V+Ü, 1+1 SWS, 2 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsablauf im Unternehmen • Werkstoffnormung und Spezifikationen • Einführung in die Schadensanalyse • Umgang mit Patenten und Datenbanken • Werkstofftechnische Qualitätsaspekte • Aspekte der Umweltverträglichkeit • Anforderungen an soziale Kompetenz • Übergang von Normprüfkörpern auf Bauteilprüfung • Vertiefung der Vorlesungsinhalte an Fallbeispielen aus der Praxis und Gerätedemonstrationen (Übung)
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Fachkompetenz - Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • können Struktureigenschaftskorrelationen erschließen und überprüfen • beurteilen eigenständig Struktureigenschaftsbeziehungen an Beispielen • erwerben fundierter Kenntnisse im Bereich der FEM • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen, verstehen und wählen Beschichtungen für den Verschleißschutz aus und stellen Kriterien für eine beanspruchungsgerechte Auswahl auf

		<ul style="list-style-type: none"> • erlernen und verstehen wichtige Anforderungen aus dem industriellen Umfeld an das Berufsfeld, schätzen ein und beurteilen unterschiedliche Anforderungsprofile von Produkten in Bezug auf Priorität, Ökonomie und Ökologie <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der FEM • Simulationstechniken • Grundlegende Mikroskopiertechniken • Quantitative Gefügeanalyse • Grundlegende Methoden der Röntgenbeugung
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46259	Crystal Growth 1 (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Crystal Growth - Lab Work 1 Crystal Growth (2 SWS)	2 ECTS
		Vorlesung: Crystal Growth 1 - Fundamentals of Crystal Growth and Semiconductor Technology (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	
5	Inhalt	Grundlagen des Kristallwachstums und der Halbleitertechnologie <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Kristallwachstums • Grundlagen der Silizium Halbleitertechnologie (Oxidation, Dotierung mittels Diffusion und Ionenimplantation, Ätzen, Metallisierung Lithographie, Packaging) • Vertiefung: Halbleiter großer Bandlücke 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung in elektronischen Bauelementen. Kennenlernen experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch	
16	Literaturhinweise	Donald T.J. Hurle, Crystal Pulling from the Melt, Springer S.M. Sze; Semiconductor Devices Physics and Technology (14 x T80/8S58(2)) P.J. Wellmann; Materialien der Elektronik und Energietechnik : Halbleiter, Graphen, funktionale Materialien; Springer Vieweg (2019), 2nd edition, ISBN 978-3-658-26991-3	

1	Modulbezeichnung 46262	Crystal Growth 3 (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Crystal Growth 3 - Numerical Simulation of the Crystal Growth Process using COMSOL Multi-Physics (5 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Computer-Simulation eines Kristallzüchtungsprozesses • Einführung in das Softwarepaket COMSOL Multi-Physics • Anwendung der Numerische Modellierung in der Kristallzüchtung (Schmelzkristallisation, Lösungszüchtung und Gasphasenwachstum) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über die Computersimulation von materialwissenschaftlichen Prozessen (Schwerpunkt: Kristallisation). • Kennenlernen digitaler Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung	
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46208	Eisen- und Stahlwerkstoffe (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Eisen- und Stahlwerkstoffe II (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Felfer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Felfer
5	Inhalt	<p>Eisen- und Stahlwerkstoffe I+II , V+Ü, 2+3 SWS, 2+3 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Stahlherstellung • Grundlagen der Wärmebehandlungen • Eigenschaften und Anwendung der verschiedenen Stahlklassen • Schweißmetallurgie • Eigenschaften und Anwendungen von Eisengusswerkstoffen <p>Content:</p> <p>Iron and steel materials I+II , V+Ü, 2+3 SWS, 2+3 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics of steel production • Basics of heat treatments • Properties and application of the different steel classes • Welding metallurgy • Properties and applications of iron casting materials
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe Eisen und Stahl und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • können Legierungsthermodynamik anwenden und Zustandsdiagrammen analysieren • vertiefen das Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und Härtungsmechanismen bei Stählen • können Struktur-Eigenschaftskorrelationen erschließen und überprüfen bei Stählen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären <p>*Lern- bzw. Methodenkompetenz*</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> •

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ deepen their knowledge of the diverse structural compositions of iron and steel materials and are able to evaluate them ◦ deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials ◦ can apply alloy thermodynamics and analyze state diagrams ◦ deepen knowledge of mechanical properties and hardening mechanisms of steels ◦ can develop and check structure-property correlations for steels ◦ independently assess structure-property relationships using examples ◦ deepen their understanding of the relationships between structure, thermomechanical history and properties of materials and are able to explain these relationships. ◦ Basic experimental techniques
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46276	Foundations of phase field modelling (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Phase Field Simulation (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Advanced Materials Simulation with Phase Field (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Frank Wendler	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Frank Wendler
5	Inhalt	1. Continuum modeling; 2. Introduction to the phase field method; 3. Advanced materials simulation with the phase field method; 4. Practicals and hands-on activities
6	Lernziele und Kompetenzen	Students <ul style="list-style-type: none"> gain an extensive knowledge of the phase field method, from the more general aspects to the most advanced current applications become familiar with the theoretical tools of the phase field method acquire the practical aspects of its numerical implementations, through extensive practical sessions.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46223	Funktionskeramiken I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercise Functional Ceramics I: electrical properties (2 SWS) Vorlesung: Neuer Master: WS-Funktionskeramik I (3 SWS)	2 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Neamul Hayet Khansur Prof. Dr. Kyle Webber	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Kyle Webber
5	Inhalt	<p> Funktionskeramik </p> <p>Dieser Kurs bietet eine Einführung in die Funktionskeramik, einschließlich Abschnitten über dielektrische, piezoelektrische, ferroelektrische und ferroelastische Eigenschaften der Elektrokeramik. Die Konzepte werden mit makroskopischen Materialeigenschaften dargestellt und in Verbindung mit den mikrostrukturellen Ursprüngen diskutiert.</p> <p> Übung für Funktionskeramik I: Elektrische Eigenschaften </p> <p>In diesem Laborkurs werden die Teilnehmer in die Messung dielektrischer Eigenschaften mit einem LCR-Meter und einem Impedanzspektrometer eingeführt. Es wird ein Equivalent-Circuit aufgebaut, um die Fähigkeit der Impedanzspektroskopie zu demonstrieren, verschiedene zeitabhängige Prozesse z.B. am Kristallgitter und an der Korngrenze zu trennen.</p> <p>*English*</p> <p> Functional Ceramics I </p> <p>This course provides an introduction to functional ceramics, including sections on dielectric, piezoelectric, ferroelectric, and ferroelastic properties of electroceramics. Concepts are presented with macroscopic material properties and discussed in conjunction with microstructural origins.</p> <p> Exercise for Functional Ceramics I: Electrical Properties </p> <p>In this laboratory course, students will be introduced to the measurement of dielectric properties using an LCR meter and an impedance spectrometer. An equivalent circuit will be set up to demonstrate the ability of impedance spectroscopy to separate different time-dependent processes, e.g., at the crystal lattice and at the grain boundary.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> kennen den Aufbau, die Herstellung, die Eigenschaften von Funktionskeramiken

		<ul style="list-style-type: none"> • können diese charakterisieren • kennen deren Anwendung für Tätigkeiten im institutionellen und industriellen Umfeld mit diesem Werkstoffschwerpunkt . • haben ein vertieftes Verständnis folgender Eigenschaften von Keramik: elektrische und mechanische Eigenschaften • haben vertiefte Kenntnisse in den Prozessen zur Herstellung von Keramiken sowie der Methoden zur Bestimmung wichtiger Eigenschaften, Erklärung der Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung, Gefüge, Eigenschaften <p>*English*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the structure, the production, the properties of functional ceramics • can characterize them • know their application for activities in the institutional and industrial environment with this material focus . • have an in-depth understanding of the following properties of ceramics: electrical and mechanical properties
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46224	Funktionskeramiken II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Structural analysis of functional ceramics using advanced diffraction techniques (2 SWS) Übung: Übung for Funktionskeramik II: Structural Analysis (2 SWS)	3 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Neamul Hayet Khansur Prof. Dr. Kyle Webber	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Kyle Webber
5	Inhalt	Structural analysis of functional ceramics using advanced diffraction techniques <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Students will learn how to extract various structural parameters using different data analysis (e.g. Selected peak-fitting, Le Bail fitting and Rietveld structural refinement) techniques and how these structural parameters can be correlated with different macroscopic properties. A brief overview of the recent developments and future scopes in the field of structural analysis (e.g., 3D- XRD, diffuse scattering) using diffraction technique will be highlighted to conclude the course
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen die notwendigen wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse zur mikrostrukturellen Charakterisierung von Keramiken mittels Beugungsmethoden. • haben ein vertieftes Verständnis folgender Eigenschaften von Keramik: elektrische, thermische und mechanische Eigenschaften • verstehen die Einflüsse der Struktur und Gefüge auf elektromechanische Eigenschaften • wissen und verstehen wie Beugungstechniken funktionieren und welche grundlegenden Modelle für die Analyse zur Verfügung stehen • können mit passender Software umgehen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig

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

1	Modulbezeichnung 46225	Funktionskeramiken III (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Neuer Master: WS-Übung für Funktionskeramiken III: Mechanische Eigenschaften (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mechanical Properties and Fracture of Ceramics (2 SWS)	2 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Neamul Hayet Khansur Prof. Dr. Kyle Webber	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Kyle Webber	
5	Inhalt	Mechanical Properties and Fracture of Ceramics <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Das Laborpraktikum vermittelt praktische Erfahrungen in der makroskopischen mechanischen Charakterisierung von keramischen Werkstoffen, wobei speziell linear elastische und ferroelastische Werkstoffe untersucht werden. *English* Mechanical Properties and Fracture of Ceramics This course will introduce participants to the origins of the mechanical behavior of ceramic materials through discussions of atomic structure and microstructure. Here, participants will be introduced to linear elastic fracture mechanics and some concepts related to nonlinear fracture mechanics. Then, various toughness mechanisms will be presented and discussed, including phase transformation, ferroelasticity, and crack bridging. In the final section of the lecture, fractographic techniques for the analysis of fracture surfaces as well as subcritical crack growth will be presented. Exercise for Functional Ceramics III: Mechanical Properties This laboratory practical course provides hands-on experience in the macroscopic mechanical characterization of ceramic materials, specifically studying linear elastic and ferroelastic materials. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • lernen die Ursprünge der mechanischen Eigenschaften von Keramiken kennen • verstehen, wie sich keramische Werkstoffe nichtlinear, hysteretisch oder plastisch verformen können und wie dies das Bruchverhalten beeinflussen kann • erlernen der Grundlagen der linear-elastischen Bruchmechanik, insbesondere der Hintergründe der Energiefreisetzungsrate und des Spannungsintensitätsfaktors • verstehen Bruchflächen zur Analyse der Bruchentstehung genutzt werden können • verstehen, wie Risse unterkritisch wachsen können und können diese charakterisieren *English*	

		<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • learn the origins of the mechanical properties of ceramics • understand how ceramic materials can deform nonlinearly, hysteretically, or plastically and how this can affect fracture behavior • learn the fundamentals of linear elastic fracture mechanics, especially the background of the energy release rate and stress intensity factor • understand fracture surfaces can be used to analyze fracture initiation • understand where cracks can grow subcritically and be able to characterize them
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46228	Glas I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Neuer Master: WS-Vibrational spectroscopies, from theory to practice (2 SWS) Vorlesung: Neuer Master: WS-Optical properties of glasses (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Ligny	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dominique Ligny
5	Inhalt	<p> Optical properties of glasses </p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamental concepts: The electromagnetic spectrum and units, Absorption, Luminescence, Scattering • Optical transparency of solids: Optical magnitudes and the dielectric constant, The Lorentz Oscillator, Metals, Semiconductors and insulators, Excitons, Reflection and polarization • Optical glasses: Optical aberration and solutions, Dispersion properties and composition • Colors in glasses: The eye, Optically Active Centers, Transition metals in glasses, Metallic and Chalcogenide nanoparticles • Chromism: Thermochromism, Photochromism, Gasochromism, Electrochromism • IR glasses: Chalcogenide, Fluorite glasses • Optical Fibers: Principle, Manufacturing, Applications, Photonic fibers <p> Vibrational spectroscopies, from theory to practice </p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature of vibrations inside matter • Interaction light matter • Instrumentation • Raman application • Infrared Spectroscopy • Advanced technics
6	Lernziele und Kompetenzen	<p> Spectroscopy techniques applied to amorphous materials </p> <p>The students will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understand the solid state physic background link to the optical properties of all type of materials • Be able to explain the different ways to create colors • Choose the appropriate glass compositions to realize optical device in the infrared region • Have an overview of the different technologies link to light management • Know the different parameters that define an Optical glass fiber and choose them in regard of the attended application

		Vibrational spectroscopies, from theory to practice The student will <ul style="list-style-type: none"> • Understand in a comprehensive way the solid state physic background link to these spectroscopies • Know the different parts of a spectrometer and their characteristic parameter • Exercise himself to set the parameters of an observation and run the measurements • Treat the data by applying the needed corrections • Evaluate the data using peak fitting, momentum calculations and Principal Component Analysis • Deduce information on the structure of common glasses
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46229	Glas II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Glass formulation using project management (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Ligny	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dominique Ligny
5	Inhalt	<p>Glass formulation using project management:</p> <p>Intensive exercise of 6 half days at the end of the semester.</p> <p>The teaching follows an "on time approach. After presentation of the case study, an introduction to the project management is given. Analytical tools are given to the students than can use them directly on the case study. The project is then defined through brainstorming followed by Solution analysis and quotation. The rules for scheduling, monitoring and controlling a project are introduced before the case study is started to be solved. An emphasis is given on reporting by quick presentation at the end of each half day by the project team. In conclusion a last time is taken to analyze the personal issues encounter during these six half days. That help the students to have a pragmatic thinking about what could have been a better project team and the need of a leader.</p> <p>Glass and Ceramic for Energy-technology:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materials and energy • Solar Energy • Solar Thermal • Photovoltaic Energy • Insulation • Wind Energy • Nuclear waste glass storage • Energy in glass processing • Fuel Cell and Ion conductivity • Lighting LED and LASER REE technology
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Glass formulation using project management</p> <p>The student will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Learn the different concept used in project management as well as its specific vocabulary • Practice the project management in a small team • Use the different tools of project management • Go from an application to the conception of a product <p>Glass and Ceramic for Energy-technology</p> <p>The student will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understand the global environmental issues related to the use of glasses for:

		<ul style="list-style-type: none"> • Nonrenewable energy sources • Renewable energy sources • Energy efficiency • Energy storage • Know the improvement needed in the future • Look for solution by linking the expected performance to the glass properties • Be able to choose the good glass composition, production and shaping processes
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46203	Hochtemperaturwerkstoffe (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Hochtemperaturwerkstoffe (3 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Steffen Neumeier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Steffen Neumeier	
5	Inhalt	<p>*Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen, V, 2 SWS, 2 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Hochtemperaturverformung • Struktur und Eigenschaften Intermetallischer Phasen • Vorstellung unterschiedlicher Werkstoffgruppen (Nickel- und Cobaltbasis-Superlegierungen, TiAl, FeAl, Oxidationsschutzschichten, Hochtemperaturstähle) mit ihren jeweiligen Eigenschaften und Anwendungen • aktuelle Entwicklungen in diesem Gebiet <p>*Praktikum, 3 SWS, 3 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausscheidungsvorgänge in Metallen • Diffusionsvorgänge 	
		<p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> • High temperature materials and intermetallic phases, V, 2 SWS, 2 ECTS • Fundamentals of high temperature deformation • Structure and properties of intermetallic phases • Presentation of different material groups (nickel and cobalt based superalloys, TiAl, FeAl, oxidation protection coatings, high temperature steels...) with their respective properties and applications • current developments in this field <p>practical course, 3 SWS, 3 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precipitation processes in metals • Diffusion processes 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen 	

		<ul style="list-style-type: none"> • vertiefen das Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und dem Werkstoffverhalten bei hohen Temperaturen • vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen und verstehen Vorgänge bei Hochtemperaturbelastung und evaluieren Kriterien zur Auswahl von Werkstoffen und Beschichtungen für HT-Anwendungen <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Experimentiertechniken • Grundlegende Mikroskopiertechniken <p>Learning objectives and competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technical competence Evaluate (judge) The students • deepen their knowledge of the various structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • deepen their knowledge of mechanical properties and material behavior at high temperatures • deepen their understanding of the relationships between structure, thermomechanical history and properties of materials and are able to explain them • deepen their knowledge through exercises and practical training • learn and apply new methods • learn and understand processes at high temperatures and evaluate criteria for the selection of materials and coatings for HT applications <p>Learning or methodological competencies New methodological competencies that can be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic experimental techniques • Basic microscopy techniques
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97080	Informatik für Ingenieure I (Computer science for engineers I)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Informatik für Ing. I (2 SWS) Vorlesung: Informatik für Ing. I (2 SWS) Übung: Intensivierungsübung zu Informatik für Ing. I (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Tobias Baumeister	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Marc Reichenbach
5	Inhalt	<p>In der <i>*Vorlesung*</i> soll Studierenden der Ingenieurwissenschaft (inbes. Maschinenbau) der notwendige Einblick in Konzepte und Methoden der Informatik geben werden, um dadurch ein allgemeines Verständnis zu vermitteln. Das Ziel der Vorlesung liegt darin, aus unterschiedlichsten Bereichen die elementarsten Konzepte vorzustellen. Inhaltlich wird dabei bei der Schaltalgebra und der Architektur von Rechnern angefangen, anschließend werden die Grundlagen von Betriebs-, Kommunikations-, verteilten und Datenbanksystemen behandelt. Häufig benötigte Programm- und Datenstrukturen werden in diesem Rahmen ebenfalls vorgestellt.</p> <p>Hinweis: Die Vorlesung ist <i>*keine*</i> Programmiervorlesung zum Erlernen einer neuen Programmiersprache. In den Übungen wird jedoch die ein oder andere zu programmierende Aufgabe gestellt werden.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden schwerpunktmäßig behandelt:</p> <p>Teil 1: Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informationsdarstellung - Schaltalgebra - Grundbausteine eines Computers - Der klassische Universalrechenautomat - Funktionsweise von Speichergeräten - Maschinensprache und Assembler <p>Teil 2: Betriebssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prozesse - Speicherverwaltung - Verklemmungen

Teil 3: Programmiersprachen

- Imperative und funktionale Sprachen
- Objektorientierte Programmierung

Teil 4: Algorithmen und Datenstrukturen

- Komplexitätstheorie
- Felder und Listen
- Bäume
- Gestreute Speicherung (Hashing)
- Suchen und Sortieren

Teil 5: Datenbanksysteme

- Einführung von Datenbanksystemen
- Entity-Relationship-Modell
- Das relationale Datenmodell
- Datenbankabfragen (SQL)
- Transaktionskonzept

Teil 6: Verteilte Systeme und Kommunikationssysteme

Verteilte Systeme

- Das Client-Server-Modell
- Nachrichtenaustausch (Message Passing)
- Fernaufruf (Remote Procedure Call, RPC)
- Middleware: Infrastruktur für Client und Server
- Komponentenmodelle

Kommunikationssysteme

- Formen von Kommunikationssystemen
- Referenzmodelle

		In den *Übungen* wird der Stoff der Vorlesung vertieft und durch die Bearbeitung von Übungsaufgaben veranschaulicht. Teilgebiete des Vorlesungsstoffes werden durch praktische Aufgaben dargestellt, die selbstständig durch Studenten erarbeitet werden.
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten verschiedene Möglichkeiten der Informationsdarstellung • kennen den grundsätzlichen Aufbau eines Computers • analysieren einfache logische Schaltungen • charakterisieren die im Modul vorgestellten Konzepte von Betriebssystemen • differenzieren die im Modul vorgestellten Konzepte Programmierparadigmen • unterscheiden die im Modul vorgestellten Konzepte Datenstrukturen und Suchalgorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte Strategien zum Entwurf effizienter Algorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte relationaler Datenbanken • stellen einfache SQL-Anfragen • erklären Referenzmodelle für verteilte und Kommunikationssysteme
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
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	<ul style="list-style-type: none"> • GUMM, Heinz Peter ; SOMMER, Manfred: Einführung in die Informatik. München ; Wien : Oldenbourg Verlag, 7. Auflage - ISBN 978-3486581157 • HÄRDER, Theo ; RAHM, Erhard: Datenbanksysteme : Konzepte und Techniken der Implementierung. Berlin ; Heidelberg ; New York : Springer, 1999 - ISBN 3-540-65040-7 • OTTMANN, Thomas ; WIDMAYER, Peter: Algorithmen und Datenstrukturen. Heidelberg ; Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2002 - ISBN 978-3827410290

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• SILBERSCHATZ, Abraham ; GALVIN, Peter Baer ; GAGNE, Greg: Operating System Concepts. John Wiley & Sons, 2005 - ISBN 978-0471694663 |
|--|--|

1	Modulbezeichnung 46207	Materialcharakterisierung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übungsseminar: Quantitative Gefügeanalyse (Stereologie) (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Grundlagen der Schadensanalyse an Bauteilen (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Röntgenmethoden in der Materialanalyse (1 SWS)	1,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel Prof. Dr. Peter Weidinger Dr.-Ing. Steffen Neumeier	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Steffen Neumeier
5	Inhalt	<p>Quantitative Gefügeanalyse, V+Ü, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Quantitative Gefügeanalyse und die dazugehörigen Meßmethoden • Auswertemethoden • Grundlagen der Statistik • Praktische Anwendung von Image C <p>Röntgenmethoden in der Materialanalyse, V, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Röntgen-/Synchrotron-/Neutronenbeugung • Experimentelle Methoden • Anwendung in der Materialanalyse (Gitterkonstantenbestimmung, Spannungsanalyse, Texturanalyse,) <p>Anforderungen der Industrie an einen Werkstoffingenieur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen industrieller Planungen im Werkstoffumfeld • Industrielle Lösungsstrategien bei Werkstofffragestellungen • Industrielle Charakterisierungsverfahren <p>Quantitative Microstructural Analysis, V+Ü, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to quantitative microstructure analysis and the corresponding measuring methods • Evaluation methods • Basics of statistics • Practical application of Image C <p>X-ray methods in materials analysis, V, 1 SWS, 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics of X-ray/synchrotron/neutron diffraction • Experimental methods • Application in material analysis (determination of lattice constants, stress analysis, texture analysis,...)

		<p>Fundamentals of Failure Analysis, V+Ü+P 0.5+1+0.5 SWS, 0.5+1+0.5 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic procedure of damage analysis • Damage hypotheses • Case studies from practice • Practical test to deepen the contents
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • erwerben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zum Aufbau der verschiedenen Werkstoffklassen, Charakterisieren unterschiedlicher Strukturen • vertiefen die erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen Grundlagen der Schadensanalyse, wenden diese an Beispielfällen an und stellen Schadenshypothesen auf <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Experimentiertechniken • Quantitative Gefügeanalyse • Grundlegende Methoden der Röntgenbeugung <p>Technical competence Evaluating (assessing)</p> <p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> • deepen their knowledge of the various structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • independently assess structure-property relationships using examples • acquire a sound knowledge of the fundamentals of the structure of the various classes of materials and characterize different structures • deepen the learned contents by exercises and practical training • learn and apply new methods

		<ul style="list-style-type: none"> learn the basics of damage analysis, apply them to example cases and establish damage hypotheses <p>Learning or methodological competencies New methodological competencies that can be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> Basic experimental techniques Quantitative microstructure analysis Basic methods of X-ray diffraction
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	E. Underwood, Quantitative Stereology E.R. Weibel, Stereological Methods H.E. Exner, H.P. Hougardy, Einführung in die Quantitative Gefügeanalyse

1	Modulbezeichnung 46274	Materials Informatics (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Data Driven Materials Science (0 SWS) Vorlesung mit Übung: Computational models of biomaterial failure (2 SWS) Vorlesung: Computational Materials Engineering and Data Science for Industrial Application (2 SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser Stefan Hiemer PD Dr.habil. Paolo Moretti Dr. Johannes Möller	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	1. Data science in materials modeling 2. Correlations and methods of statistical inference 3. Machine learning techniques 4. Elements of high performance computing 5. Data structures in microstructure modeling
6	Lernziele und Kompetenzen	the students <ul style="list-style-type: none"> • acquire advanced knowledge of computer-based techniques of data analysis and materials modeling • learn methods of relevance in the treatment of data coming from both simulations and experiments. • become familiar with concepts and tools of machine learning and high performance computing, of relevance in the study of materials properties, through extensive practical sessions
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46273	Material Theory (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Generalized Continuum Models of Materials Mechanics (1 SWS)	1,5 ECTS
		Vorlesung: Foundations of Computational Materials Science I (Lecture/Tutorial) (1 SWS)	1,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	1. Theoretical foundations of atomistic models
		2. Coarse graining and formulation of continuum theories
		3. Generalized continuum theories.
6	Lernziele und Kompetenzen	students learn the theoretical foundations of the models behind current state-of-the-art simulation techniques <ul style="list-style-type: none"> • develop a critical understanding of current modeling tools and approximation methods • develop a critical understanding of relevance both for atomistic modeling and for continuum approaches
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46214	Metallische Werkstoffe im Automobilbau (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Druckgießen (0 SWS) Vorlesung: Werkstoffe im Automobilbau (2 SWS) Praktikum: Praktikum Druckgießen (2 SWS)	0,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Peter Randelzhofer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen für die Automobilindustrie • Fahrzeugentstehungsprozess • Anforderungen, Werkstoffe und besondere Lösungen für Karosserie, Fahrwerk und Motoren • Strategie der Werkstoffauswahl • Druckgießen als typisches Fertigungsverfahren (Druckgussmaschine, Druckgusslegierungen, Herausforderungen) • praktische Arbeiten zum Thema Druckgießen • Simulation der Formfüllung 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ erwerben ein Verständnis für relevante Arbeitsmethoden der Automobilindustrie Anwenden können die Auswahl geeigneter Werkstoffe für bestimmte Anwendungen erklären Evaluieren (Beurteilen) sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Prozess bzw. Prozessparameter und Mikrostruktur bzw. Eigenschaften metallischer Gussteile zu beurteilen. können die Ergebnisse von numerischen Simulationen bewerten. Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46275	Microstructure Modeling (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Dislocation Theory and Dislocation Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Dislocation Theory and Dislocation Simulation (Lecture/Tutorial) (1 SWS) Übung: Modelling Materials with Finite Element Simulations (Tutorial) (1 SWS) Seminar: Seminar Computational Materials Science I (2 SWS)	1 ECTS 1,5 ECTS 1,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Zaiser PD Dr.habil. Paolo Moretti Dr. Frank Wendler Dr. Frank Wendler	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Paolo Moretti
5	Inhalt	1. Finite element simulation methods 2. Dislocation theory and simulation 3. Discrete and continuum microstructural modeling 4. Discretization schemes 5. Network models
6	Lernziele und Kompetenzen	Students <ul style="list-style-type: none"> develop advanced knowledge in the field of computer-aided microstructure modeling techniques. develop advanced knowledge in discrete methods develop advanced knowledge in continuum models in conjunction with the appropriate discretization techniques. <ul style="list-style-type: none"> understand the theoretical aspects of continuum and discrete microstructure
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46237	Oberflächenanalyse I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Surface Analysis I (1 SWS) Seminar: Seminar Surface Science and Corrosion (2 SWS)	1 ECTS -
3	Lehrende	Michael Höhlinger Prof. Dr. Patrik Schmuki	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Patrik Schmuki
5	Inhalt	<p>*Surface Analysis I + II (VI+Ü)*</p> <p>The generation of nanostructured materials gained relevance in the recent years and efficient characterization methods were developed, permitting insight into the topographical and chemical nanostructure of materials. The scope of this course covers a range of surface analytical instruments, discussing their principle mode of operation, application and data interpretation. All discussed instruments are also available at the chair and tutorials at the machines are a part of the lecture. The fabrication of nanostructured materials from particles to complex 3 dimensional structures is the topic of the second part of this lecture.</p> <p>Die Strukturierung von Werkstoffoberflächen auf der Nanoskala erlangte in jüngster Vergangenheit große Bedeutung was nicht zuletzt auf der Entwicklung hocheffizienter Charakterisierungsmethoden fußt. Diese erlauben eine hochauflösende Analyse der topografischen sowie chemischen Natur der Oberfläche. Im Zuge dieser Lehrveranstaltung (Teil I) werden eine Vielzahl Oberflächenanalytischer Verfahren und Instrumente erläutert und deren Funktionsprinzip und etwaige Betriebsmodi besprochen, wobei auch auf die Messdateninterpretation Wert gelegt wird. Für die am LS vorhandenen Verfahren erfolgt außerdem eine Begehung der Labore wobei die Studierenden einen konkreten Eindruck der diversen Techniken erhalten können. Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung (Teil II) wird die Darstellung nanostrukturierter Werkstoffe besprochen. Hierbei wird auf Partikel bis hin zu komplexen dreidimensionalen Strukturen eine große Bandbreite der Oberflächenmodifikation abgedeckt.</p> <p>*Seminar Surface Science and Corrosion*</p> <p>Das Seminar Surface Science and Corrosion bietet die Gelegenheit Einblicke in den aktuellen Stand der Forschungsfelder des Lehrstuhls zu erlangen. Hierbei werden Fallbeispiele präsentiert und diskutiert und so ein tiefgehendes Verständnis der Messmethoden, welche in der VL Surface Analysis vermittelt werden, ermöglicht. Neben dieser inhaltlichen Komponente der Art eines Frontalunterrichtes, ist es möglich und sehr erwünscht die Thematiken zu diskutieren. Den Studierenden ist es hierbei neben dem Erwerb von Fachwissen möglich, einen ersten Eindruck vom Ablauf wissenschaftlicher Konferenzen bzw. Tagungen zu erhalten.</p>

		<p>The seminar Surface science and Corrosion offers the opportunity to gather insights into the current research areas of the chair. In the course of the seminar results are presented and discussed what enables a profound understanding of the techniques that are taught within the lecture Surface Analysis. Besides this factual part, the students have furthermore the chance (and are supposed) to ask questions to the speakers. This is an important insight into the academic working environment that might be especially relevant for prospective PhD-students.</p>
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Surface Analysis I + II (VI+Ü):</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen fundamentaler Konzepte im Bereich Kristallographie • können Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren der Oberflächencharakterisierung kritisch diskutieren • verstehen die theoretischen Grundlagen von STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS • kennen verschiedener Herstellungsmethoden für Nanostrukturen und Anwendung von CVD. • verstehen das Prinzip des Sol-Gel Prozesses • kennen die Anwendungen nanostrukturierter Oberflächen • kennen und verstehen Verfahren zur Oberflächenanalyse bei Nanomaterialien <p>Describing of basic concepts in crystallography. Evaluating different kinds of surface characterization techniques (pros and cons). Elucidating the theoretical background of STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS. Defining fabrication methods of nanostructures and elucidation of nanostructured CVD. Describing the sol-gel process. Reporting applications of nanostructured surfaces. Elucidation of surface analytical techniques for</p> <p>nanomaterial characterization.</p> <p>Seminar Surface Science and Corrosion</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden wissenschaftlicher Verfahren und Techniken in der Forschung (Beispiele)an • haben Erfahrung bezüglich des Ablaufs und der Gepflogenheiten im wissenschaftlichen Arbeitsumfeld durch aktive Teilnahme an Diskussionen. • besitzen Softskills als Vorbereitung auf eine wissenschaftliche Karriere <p>Appliance of scientific techniques in research (discussion of examples). Generating experience in scientific community. Participation in scientific discussions. Acquiring of soft-skills for futural scientific careers.</p>

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Vorbereitende Literatur Wird im Zuge der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung 46238	Oberflächenanalyse II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Surface Analysis I/II (2 SWS) Seminar: Seminar Surface Science and Corrosion (2 SWS) Übung: Übung Surface Analysis II (1 SWS)	3 ECTS - 1 ECTS
3	Lehrende	Michael Höhlinger Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen Dr. Anca Valentina Mazare	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Patrik Schmuki
5	Inhalt	<p>*Surface Analysis I + II (VI+Ü)*</p> <p>The generation of nanostructured materials gained relevance in the recent years and efficient characterization methods were developed, permitting insight into the topographical and chemical nanostructure of materials. The scope of this course covers a range of surface analytical instruments, discussing their principle mode of operation, application and data interpretation. All discussed instruments are also available at the chair and tutorials at the machines are a part of the lecture. The fabrication of nanostructured materials from particles to complex 3 dimensional structures is the topic of the second part of this lecture.</p> <p>Die Strukturierung von Werkstoffoberflächen auf der Nanoskala erlangte in jüngster Vergangenheit große Bedeutung was nicht zuletzt auf der Entwicklung hocheffizienter Charakterisierungsmethoden fußt. Diese erlauben eine hochauflösende Analyse der topografischen sowie chemischen Natur der Oberfläche. Im Zuge dieser Lehrveranstaltung (Teil I) werden eine Vielzahl Oberflächenanalytischer Verfahren und Instrumente erläutert und deren Funktionsprinzip und etwaige Betriebsmodi besprochen, wobei auch auf die Messdateninterpretation Wert gelegt wird. Für die am LS vorhandenen Verfahren erfolgt außerdem eine Begehung der Labore wobei die Studierenden einen konkreten Eindruck der diversen Techniken erhalten können. Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung (Teil II) wird die Darstellung nanostrukturierter Werkstoffe besprochen. Hierbei wird auf Partikel bis hin zu komplexen dreidimensionalen Strukturen eine große Bandbreite der Oberflächenmodifikation abgedeckt.</p> <p>*Seminar Surface Science and Corrosion*</p> <p>Das Seminar Surface Science and Corrosion bietet die Gelegenheit Einblicke in den aktuellen Stand der Forschungsfelder des Lehrstuhls zu erlangen. Hierbei werden Fallbeispiele präsentiert und diskutiert und so ein tiefgehendes Verständnis der Messmethoden, welche in der VL Surface Analysis vermittelt werden, ermöglicht. Neben dieser inhaltlichen Komponente der Art eines Frontalunterrichtes, ist es möglich und sehr erwünscht die Thematiken zu diskutieren. Den Studierenden</p>

		<p>ist es hierbei neben dem Erwerb von Fachwissen möglich, einen ersten Eindruck vom Ablauf wissenschaftlicher Konferenzen bzw. Tagungen zu erhalten.</p> <p>The seminar Surface science and Corrosion offers the opportunity to gather insights into the current research areas of the chair. In the course of the seminar results are presented and discussed what enables a profound understanding of the techniques that are taught within the lecture Surface Analysis. Besides this factual part, the students have furthermore the chance (and are supposed) to ask questions to the speakers. This is an important insight into the academic working environment that might be especially relevant for prospective PhD-students.</p>
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Surface Analysis I + II (VI+Ü):</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben fundamentale Konzepte im Bereich Kristallographie. • diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren der Oberflächencharakterisierung. • verstehen die theoretischen Grundlagen von STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS. • kennen verschiedene Herstellungsmethoden für Nanostrukturen und Anwendung von CVD. • verstehen den sol-gel Prozesses und können ihn wiedergeben. • kennen verschiedene Anwendungen nanostrukturierter Oberflächen. • können Verfahren zur Oberflächenanalyse bei Nanomaterialien kritisch diskutieren. <p>Describing of basic concepts in crystallography. Evaluating different kinds of surface characterization techniques (pros and cons). Elucidating the theoretical background of STM/AFM, SEM/EDX, XPS/Auger, XRD, ToF-SIMS. Defining fabrication methods of nanostructures and elucidation of nanostructured CVD. Describing the sol-gel process. Reporting applications of nanostructured surfaces. Elucidation of surface analytical techniques for</p> <p>nanomaterial characterization.</p> <p>Seminar Surface Science and Corrosion</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden wissenschaftliche Verfahren und Techniken in der Forschung (Beispiele) an. • haben Erfahrung in Bezug auf Ablauf und Gepflogenheiten im wissenschaftlichen Arbeitsumfeld durch aktive Teilnahme an Diskussionen.

		<ul style="list-style-type: none"> erwerben Softskills (Vortragsdarstellung / Diskussion) zur Vorbereitung auf eine wissenschaftliche Karriere. <p>Appliance of scientific techniques in research (discussion of examples). Generating experience in scientific community. Participation in scientific discussions. Acquiring of soft-skills for futural scientific careers.</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Belegung des Wahlmoduls 2: Oberflächenanalyse I Immatrikulation im MA-Studium
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Wird im Zuge der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

1	Modulbezeichnung 46215	Oberflächentechnologie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Beschichtungstechnologie (2 SWS) Praktikum: Praktikum Oberflächentechnologie (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Vorlesung Experimentelle Methoden (0 SWS)	2,5 ECTS 2 ECTS 0,5 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal Peter Randelzhofer	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Verfahren der Oberflächentechnologie • Vertiefung CVD-Beschichtung und spezielle Anwendungen am Beispiel von CVD-Beschichtungen • praktische Arbeiten zum Thema CVD-Beschichtung und Tribologie • experimentelle Methoden der Wärmebehandlung • praktische Arbeiten zum Thema Oberflächenhärten 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ können die Methoden der Oberflächentechnik gezielt einsetzen ◦ entwickeln ein tiefes Verständnis für CVD-Prozesse ◦ können die experimentellen Methoden der Wärmebehandlung und CVD-Beschichtungstechnik beurteilen Evaluieren (Beurteilen) sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Prozess und Mikrostruktur bzw. Festigkeit von Oberflächen gehärteten Stählen zu beurteilen Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 46253	Photovoltaics (PV) and PV Systems II: Light Conversion and Light Management (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Phosphors for Light Conversion in Photovoltaic Devices and LEDs (2 SWS) Praktikum: Lab Work Manufacturing and Characterization of Phosphors and Storage Phosphors (3 SWS)	3 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk Dr. Andres Osvet	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk
5	Inhalt	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	Lernziele und Kompetenzen	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46226	Porous and cellular Ceramics I (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermal and mechanical characterisation (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Neuer Master: WS-Microstructural characterization (3 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.habil. Tobias Fey	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey
5	Inhalt	Microstructural characterization <ul style="list-style-type: none"> • Strukturelle Charakterisierung poröser und zellulärer Keramiken durch den Einsatz gängiger Methoden wie He-Pyk, Hg- Porosimetrie, μCT, SEM, Permeabilität • Einsatz von Bildanalyse und Simulationen zur Strukturparameterberechnung wie Zellgröße, Stegbreite, Anisotropie, Interkonnektivität und Tortuosität • Strukturelle Besonderheiten poröser Werkstoffe Thermal and mechanical characterisation <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung thermischer / mechanischer Eigenschaften an porösen und zellulären Werkstoffen • Bestimmung des Einflusses der Porosität, Porenform und Porenform auf die physikalischen Eigenschaften *English*
		Microstructural characterization <ul style="list-style-type: none"> • Structural characterization of porous and cellular ceramics by using common methods such as He-Pyk, Hg-porosimetry, μCT, SEM, permeability • Use of image analysis and simulations to calculate structural parameters such as cell size, web width, anisotropy, interconnectivity and tortuosity • Structural features of porous materials Thermal and mechanical characterization <ul style="list-style-type: none"> • Determination of thermal / mechanical properties of porous and cellular materials • Determination of the influence of porosity, pore shape and pore form on physical properties
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • Erlernen die Auswahl von Charakterisierungsmethoden und deren Einsatz sowie Grenzen der Anwendbarkeit der Untersuchungsmethoden und Algorithmen • Entscheiden die Auswahl der Charakterisierungsmethodik vor dem Hintergrund der Einsatzgrenzen

		<ul style="list-style-type: none"> • Vermitteln der notwendigen wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse zur Charakterisierung von porösen und Keramiken für Tätigkeiten im institutionellen und industriellen Umfeld mit diesem Werkstoffschwerpunkt. • Vertiefen das Verständnis über die Mikrostruktur poröser und zellulärer keramischer Werkstoffe und deren Auswirkung auf die physikalischen Eigenschaften <p>*English*</p> <p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> • Learn the selection of characterization methods and their use as well as limits of applicability of the investigation methods and algorithms • Decide the choice of characterization methodology in the light of the limits of application • Provide the necessary scientific and practical knowledge to characterize porous and ceramics for activities in institutional and industrial settings with this material focus. • Deepen understanding of the microstructure of porous and cellular ceramic materials and its effect on physical properties.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46227	Porous and cellular Ceramics II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous and cellular Ceramics for engineers (2 SWS) Vorlesung: Porous and cellular applications (2 SWS)	3 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr.habil. Tobias Fey	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey
5	Inhalt	<p>Porous and cellular Ceramics for engineers</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Struktur poröser und zellulärer Keramiken über unterschiedliche Längenskalen • Herstellungsverfahren poröser und zellulärer Keramiken über konventionelle bis hin zu additiven Verfahren • Physikalische Eigenschaften in Abhängigkeit von der Porosität, Porenform und Porenart • Anwendungsgebiete poröser und zellulärer Strukturen insbesondere a) Leichtbau, b) Katalyse, c) Energie und d) Scaffolds <p>Porous and cellular applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Praktische Herstellung keramische poröse Scaffolds über unterschiedliche in der Vorlesung behandelte Verfahren • Variation der Herstellungsparameter zur Modifikation der Mikrostruktur und Porenform und -art für den jeweiligen Anwendungsbereich (offen- / geschlossenzellig) • Durchführung von anwendungsnahen Untersuchungen
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen der notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen zur Struktur und Aufbau sowie Herstellung und Anwendung von porösen und zellulären Keramiken • intensivieren Ihr Wissen über die Herstellung poröser und zellulärer keramischer Werkstoffe und deren Auswirkung auf die strukturellen und physikalischen Eigenschaften • lernen die Auswahl von Werkstoff- und Verfahren vor dem Hintergrund von Anwendungsprofilen anhand von Beispielen anzuwenden • vertiefen die wissenschaftlichen Grundlagen in anwendungsnahen Untersuchungen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46216	Pulvermetallurgie (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Pulvermetallurgie (1 SWS)	1 ECTS
		Praktikum: Praktikum Defekteinfluss auf die mechanischen Eigenschaften (1 SWS)	1 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Defekteinfluss auf die mechanischen Eigenschaften (0 SWS)	0,5 ECTS
		Vorlesung: Pulvermetallurgie (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Peter Randelzhofer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Pulverherstellung • Pulvercharakterisierung • Pressen und Sintern • spezielle Sintermethoden und alternative Konsolidierungsmethoden (Additive Fertigung, PM-Spritzguss) • Anwendungen (Hartmetalle und Beschichtungen) • praktische Arbeiten zum Thema Pulvermetallurgie und Schäumen von Metallen • Einfluss von Poren und Kerben auf die mechanischen Eigenschaften • praktische Arbeiten zum Thema Defekteinfluss auf die mechanischen Eigenschaften 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ erwerben ein Verständnis für industrielle Arbeitsmethoden. Anwenden können die unterschiedlichen Prozessschritte der Pulvermetallurgie einordnen. Evaluieren (Beurteilen) durchdringen den Zusammenhang zwischen Prozessparametern und Eigenschaften von gesinterten Bauteilen. leiten mechanische Eigenschaften von der Poren- und Defektstruktur des Bauteils ab. Sozialkompetenz lernen in praktischer Gruppenarbeit zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 66 h Eigenstudium: 84 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97246	Qualitätsmanagement (Quality management)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätstechniken - QTeK - vhb (2 SWS) Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte Ute Klöpzig	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	Inhalt	<p>*Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe) • QFD und FMEA (Einsendeaufgabe) • Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe) • SPC (Einsendeaufgabe) <p>*Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • Qualitätsbewertung (Übung) • Qualitätsbezogene und Wirtschaftlichkeit (Übung) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage,</p> <p>Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen ◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben 	

		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen ◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen ◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen ◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben ◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen ◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren ◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen ◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren ◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren ◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln ◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen ◦ die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 2020/2
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> • Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011 • Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021

1	Modulbezeichnung 46205	Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rastersondenmikroskopie / Nanoindentierung (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Mathias Göken	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Mathias Göken	
5	Inhalt	<p>*Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung, V+Ü, 2+3 SWS, 5 ECTS*</p> <p>*Rastersondenmikroskopie*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimenteller Aufbau (Rastersondenmikroskop und Sonden) • Rasterkraftmikroskopie (Betriebsmodi) • Rastertunnelmikroskopie (Tunneleffekt und Betriebsprinzip) • Bilddatenverarbeitung <p>*Nanoindentierung*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Härteprüfung • Experimenteller Aufbau eines Nanoindenters • Grundlagen der Kontaktmechanik (Sneddon, Hertz) • Oliver-Pharr Auswertemethode • Fortgeschrittene Methoden zur Bestimmung lokaler mechanischer Eigenschaften (Dehnratenabhängigkeit, Fließspannung, theoretische Festigkeit, Dynamische Charakterisierung) <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scanning probe microscopy and nanoindentation, V+Ü, 2+3 SWS, 5 ECTS. • Scanning Probe Microscopy • Experimental setup (scanning probe microscope and probes) • Scanning tunneling microscopy (tunnel effect and operating principle) • Image data processing • Nanoindentation • Basics of hardness testing • Experimental setup of a nanoindenter • Basics of contact mechanics (Sneddon, Hertz) • Oliver-Pharr evaluation method • Advanced methods for the determination of local mechanical properties (strain rate dependence, yield stress, theoretical strength, dynamic characterization) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>* Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen 	

		<ul style="list-style-type: none"> • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • beurteilen eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen • verstehen die Vorgänge und Eigenschaften von Werkstoffen auf verschiedenen Größenskalen • erwerben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zur Charakterisieren unterschiedlicher Strukturen • vertiefen die erlernten Inhalte durch praktische Übungen • erlernen und wenden neuen Methoden an • Kompetenzerwerb im Bereich der Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung <p>Technical competence</p> <ul style="list-style-type: none"> • Students will deepen their knowledge of the diverse structural compositions of materials and are able to evaluate them • deepen their understanding of the relationships between the chemical composition, structure and properties of materials • independently assess structure-property relationships using examples • understand the processes and properties of materials on different size scales • deepen the learned contents by practical exercises • learn and apply new methods • acquire competence in the field of scanning probe microscopy and nanoindentation
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46283	Scanning Electron Microscopy in Materials Science and Nanotechnology (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Rasterelektronenmikroskopie (2 SWS) Vorlesung: Rasterelektronenmikroskopie in Materialforschung und Nanotechnologie (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Erdmann Spiecker Dr.-Ing. Thomas Przybilla Dr. Johannes Will	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker	
5	Inhalt	<p>The module focuses on the introduction to and application of Scanning Electron Microscopy (SEM) in Materials Science and Nanotechnology and comprises a lecture with corresponding exercises.</p> <p>Amongst others, the following topics are addressed:</p> <p>Components of an SEM instrument</p> <p>Elastic/inelastic electron-probe/sample interactions, interaction volume, generation of secondary and backscattered electrons</p> <p>Contrast mechanisms of different detector systems</p> <p>Topographic und chemically-sensitive imaging</p> <p>Electron diffraction and its application in SEM</p> <p>Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM)</p> <p>Quantitative X-ray spectroscopy</p> <p>Focused ion beams (Dual-Beam FIB, He-ion microscopy)</p> <p>Preparation-specific challenges</p> <p>Application examples</p> <p>Specific topics are accompanied with suitable exercises (e.g. Monte-Carlo simulations to simulate electron trajectories).</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Introduction to the basic concepts of and physics behind SEM</p>	

		<p>Verstehen</p> <p>Overview over applications and deeper understanding of SEM and FIB techniques in materials science on the micro- and nanoscale</p> <p>Enhancement of knowledge through teaching of current SEM applications and state-of-the-art developments in research</p> <p>Anwenden</p> <p>Application and consolidation of taught contents by SEM-related exercises</p>
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Naturwissenschaftlich - technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20152</p> <p>1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202</p>
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<p>Reimer, Scanning Electron Microscopy, Springer Verlag.</p> <p>Goodhews, Humphreys and Beanland: Electron Microscopy and Analysis</p> <p>Goldstein et al., Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis (2003)</p> <p>N. Yao, Focused Ion Beam Systems, Basics and Applications, Cambridge University Press, 2010.</p> <p>L.A. Gianuzzi, F.A. Stevie, Introduction to Focused Ion Beams. Instrumentation, Theory, Techniques and Practice, Springer, 2005.</p> <p>J. Orloff, M. Utlaut, L. Swanson, High Resolution Focused Ion Beams: FIB and its Applications, Springer, 2003</p> <p>Lecture notes.</p>

1	Modulbezeichnung 46285	Scattering Methods for Nanostructured Materials (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Scattering Methods for Nanostructured Materials (2 SWS) Übung: Exercise Scattering Methods for Nanostructured Materials (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr. Johannes Will Prof. Dr. Erdmann Spiecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker	
5	Inhalt	The module focuses on the application of scattering methods for crystal structure determination in general (diffraction), the investigation of supported nanostructures and thin films (grazing incidence diffraction and reflectometry) and for the size and shape analysis of nanostructures in solution (small-angle scattering). Basic concepts of Fourier transforms will be applied to the interaction of a primary probe with a periodically ordered object. Moreover, the impact of multiple scattering events on the diffracted intensity and its angular dependence will be discussed in a unified model for neutrons, x-rays and electrons. Those theoretical considerations will built the basis for the understanding of the methods named above. For all methods, current published research examples will be showcased.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>Basics of Fourier transform and convolution</p> <p>Understanding of the interaction of neutrons, x-rays and electrons with atoms and their arrays</p> <p>Physical principles of the interaction of a scattering probe with an extended crystalline lattice</p> <p>Understanding how scattering methods contribute and which kind of information can be extracted for todays challenges in material science</p> <p>Anwenden</p> <p>Each topic will be accompanied with suitable exercises</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<ul style="list-style-type: none"> • D.S. Sivia: Elementary Scattering Theory • B.E. Warren: X-ray Diffraction • J. M. Cowley: Diffraction Physics • A. Authier: Dynamical Scattering Theory • Als-Nielsen & McMorrow: Elements of modern X-ray physics • J. Daillant and A. Gibaud: X-ray and Neutron Reflectivity: Principles and Applications • Renaud et al. 2009, Probing surface and interface morphology with Grazing Incidence Small Angle X-ray Scattering, Surface Science Reports 64, 255-380. • Rivnay et al. 2012, Quantitative Determination of Organic Semiconductor Microstructure from the Molecular to Device Scale, Chem. Rev. 112, 5488-5519.

1	Modulbezeichnung 46252	Semiconductor Devices and Applications (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab Work Thin Film Semiconductors (2 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Thomas Heumüller Dr. Andres Osvet	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Brabec	
5	Inhalt	Lecture / Exercise / Lab work <ul style="list-style-type: none"> • Introduction into the fundamentals, materials and application of thin film semiconducting devices • semiconductor junctions • display technologies • photovoltaic technologies • photodetector and X-Ray technologies • thin film transistor, memory , storage and energy harvesting technologies 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • The students will get a detailed introduction and overview on various selected thin film device technologies, with emphasis on display technologies, lighting, energy harvesting and photovoltaics (renewable energies). • Independent development of a selected AST topic to the level of comprehension that the student can give a 25 min tutorial / presentation, presentation skills and techniques, • Processing and characterization of thin film semiconductors and semiconducting devices such as photovoltaics, LEDs, light conversion layers (lab course). • Data handling, data storage and written reporting in material science (lab course) 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Bachelor in Material Science, Nanotechnology, Energy Technology, Electronic Engineering, Computer Science, Physics, Chemistry, Chemical Engineering , Nanotechnologie, Energietechnik, Elektrotechnik, Physik, Chemie or comparable	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	Wird an der Vorlesung dargestellt	

1	Modulbezeichnung 46233	Seminar modul (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Neuer Master: WS/SS-Industry report seminar: wird ersetzt durch Hauptseminar M12 (1 SWS) Übung: Neuer Master: WS-Literature seminar : wird ersetzt durch Hauptseminar M12 (2 SWS) Seminar: Bachelorvorträge für BA Arbeiten bei Glas und Keramik (2 SWS) Seminar: Main Seminar (Hauptseminar) M12 (2 SWS)	- - 0,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kyle Webber PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Dominique Ligny PD Dr. Stephan Wolf apl.Prof.Dr. Nahum Travitzky	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.habil. Tobias Fey Prof. Dr. Dominique Ligny Prof. Dr. Kyle Webber PD Dr. Stephan Wolf
5	Inhalt	Science Seminar with reports on scientific projects <ul style="list-style-type: none"> • <ul style="list-style-type: none"> ◦ Vortragende aus der Industrie berichten aktuelle wissenschaftliche Themen und Projekte Literature seminar Zusammenfassung eines wissenschaftlichen Papers in Form eines Vortrages und eines Posters
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen Ihre Kenntnisse über Präsentationstechniken • erlernen die Recherche von Literatur durch den Einsatz von Datenbanken • verstehen den inhaltlichen Aufbau von wissenschaftlichen Vorträgen und Berichten und können dies umsetzen • erlernen die Erstellung von wissenschaftlichen Postern und Berichten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Leistungsschein
11	Berechnung der Modulnote	Leistungsschein (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46287	Transmission Electron Microscopy in Material Science II (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transmissionselektronenmikroskopie in Materialforschung und Nanotechnologie 2 (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Apeleo Zubiri Dr. Stefanie Rechberger Dr. Mingjian Wu Prof. Dr. Erdmann Spiecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Erdmann Spiecker
5	Inhalt	<p>The module deals with the fundamentals of micro- and nanostructure research with the focus on today's state-of-the-art capabilities of transmission electron microscopy in the investigation of materials down to the atomic scale. The module is the continuation of module "Transmission Electron Microscopy in Material Science I and comprises the introduction and application to current research topics of advanced TEM techniques, including imaging (HRTEM, STEM), spectroscopic (EDXS, EELS, EFTEM) and 3D (ET) techniques. The aim is always to give insight into both the contrast mechanisms and physics of as well as the achievable information delivered by the different techniques.</p> <p>This module can only be chosen as "Wahlmodul and not in combination with "Kernfachmodule WW9 ("Fundamentals of Micro- and Nanostructure Research & "Applied Micro- and Nanostructure Research).</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <p>Knowledge about the application of high resolution techniques for nanomaterials</p> <p>Verstehen</p> <p>In-depth understanding of microscopy techniques for micro- and nanostructure research</p> <p>In-depth understanding of basic and advanced imaging, diffraction and spectroscopic TEM techniques and their application to material science</p> <p>Insight into the structure property relationship of materials</p> <p>Anwenden</p> <p>Hands-on-training on modern analysis software for EM applications</p>

		Hands-on-training and experience on transmission electron microscopes accompanied with suitable exercises (3 days of practical exercise during the lecture period)
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (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	<p>Goodhews, Humphreys and Beanland: Electron Microscopy and Analysis</p> <p>Williams & Carter: Transmission Electron Microscopy</p> <p>Reimer & Kohl: Transmission Electron Microscopy</p> <p>Fultz & Howe: Transmission Electron Microscopy and Diffractometry of Materials</p> <p>Reimer: Transmission Electron Microscopy</p> <p>P. Haasen: Physikalische Metallkunde</p> <p>G. Gottstein: Physikalische Grundlagen der Materialkunde</p> <p>J. M. Cowley: Diffraction Physics</p> <p>Lecture notes.</p>

1	Modulbezeichnung 46204	Tribologie und Oberflächentechnik (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum: Tribologie (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Werkstoffe: Tribologie und Oberflächentechnik (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel	
5	Inhalt	<p>*Tribologie und Oberflächentechnik, V, 2 SWS, 3 ECTS*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschichtungstechnologien • Grundlagen der Tribologie • Verschleißmechanismen • Einführung in die Oberflächentechnik <p>* Praktikum:Tribologie, 2 SWS, 2 ECTS*</p> <p>*Grundlagen der Schadensanalyse mit Praktikum*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegendes Vorgehen bei der Schadensanalyse • Schadenshypothesen • Schadensabhilfemaßnahmen • praktische Fallbeispiele 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefen ihr Wissen über die vielfältigen strukturellen Aufbauten der Werkstoffe und können diese beurteilen • vertiefen das Verständnis über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen und über tribologische Vorgänge • vertiefen ihr Wissen zu Beschichtungstechnologien und Schichteigenschaften • vertiefen ihr Verständnis der Zusammenhänge zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe und können diese erklären • vertiefen die erlernten Inhalte durch Praktikum • erlernen und wenden neuen Methoden an • erlernen und verstehen tribologische Vorgänge und evaluieren Kriterien zur Auswahl von Werkstoffen und Beschichtungen für tribologische Anwendungen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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 oder Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46246	Verarbeitung von Polymerwerkstoffen (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Verarbeitung von Polymerwerkstoffen (2 SWS) Praktikum: Praktikum Polymerverarbeitung (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Joachim Kaschta	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Joachim Kaschta Prof. Dr. Dirk Schubert
5	Inhalt	Wissensvermittlung zu Aufbau von Verarbeitungs-maschinen und Ablauf von Verarbeitungsverfahren für Polymerwerkstoffe, Polymerblends und -composites <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss von Werkstoffeigenschaften auf Maschinendesign und Verarbeitungsparameter • Einfluss der Verfahrensparameter auf Eigenschaften • Wissensvermittlung zu Additiven und den Vorgängen an Grenzflächen in polymeren Werkstoffsystemen, Kompatibilität verschiedener Polymere • interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen und Anwendungen von Polymerwerkstoffen
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder aus den genannten Themenfelder • identifizieren Stärken und Schwächen verschiedener Verarbeitungsverfahren und daraus resultierende Produkteigenschaften • beschreiben wesentliche Struktur-Eigenschaftsbeziehungen • analysieren und bewerten Messdaten von Fertigungsprozessen • sind in der Lage, Modifizierungsstrategien für Polymerwerkstoffe in Bezug auf Optimierung von Eigenschaften durch Verarbeitungsverfahren zu erarbeiten und durchzuführen • stufen die eigenen Ergebnisse ein. • haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethodiken gewonnen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (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	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46247	Wahlmodul Polymere (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Polymers - I (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Polymer and Interface Physics in Theory and industrial Application (1 SWS)	1,5 ECTS
		Praktikum: Praktikum Grundlagen Polymere (1 SWS)	1 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Schubert	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Wissensvermittlung zu Grundlagen, Technologie, Charakterisierung und Anwendungen von Polymerwerkstoffen, Polymerblends und -composites Herstellung und Eigenschaftsprofil von dünnen Polymerfilmen, Fasern und Nanofasern Einfluss der Größenskala auf Eigenschaften Wissensvermittlung zu den Vorgängen an Grenzflächen in polymeren Werkstoffsystemen, Kompatibilität verschiedener Polymere interaktive Gruppenübung zu aktuellen Fragestellungen und Anwendungen von Polymerwerkstoffen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> erhalten einen tiefgehenden Einblick in die Thematik "Polymere Werkstoffe" erwerben ein wichtiges Grundlagenverständnis (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen) sind in der Lage, Modifizierungsstrategien für Polymerwerkstoffe in Bezug auf Optimierung von Eigenschaften zu erarbeiten und durchzuführen haben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethodiken gewonnen kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	1. und 2. Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul Master of Science Nanotechnologie 20202	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 45761	Computational Nanoscience (Computational Nanoscience)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Nanoscience (2 SWS)	-
3	Lehrende	Erik Bitzek Prof. Dr. Dirk Zahn	

4	Modulverantwortliche/r	Erik Bitzek
5	Inhalt	<p>Computational Nanoscience</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Computational Nanoscience • Wiederholung der quantenmechanischen Grundlagen • Einführung in DFT und HF-Methoden • Anwendungsbeispiele: elektronische Eigenschaften, • IR-Spektroskopie • Semi-empirische Potentiale, Force-Fields • Behandlung langreichweitiger Wechselwirkungen • Algorithmen zur Strukturoptimierung • Nudged Elastic Band Methode • Molekulardynamik • Monte Carlo Methoden <p>Anwendungsbeispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der Struktur und Eigenschaften von Kristalldefekten • Übungen zu Elektronenstrukturrechnungen und Moleküldynamiksimulationen
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Fachkompetenz</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die theoretischen Grundlagen von ab-initio und atomistischen Simulationsmethoden • können die Einsatzgebiete und Ergebnisse verschiedener atomistischer Simulationsmethoden bewerten • können professioneller Simulationswerkzeuge und Analysemethoden anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (45 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	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">• Tadmor, Miller: Modeling Materials

1	Modulbezeichnung 45740	Nanocharakterisierung (Nanocharacterization)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Transmissionselektronenmikroskopie in Materialforschung und Nanotechnologie 1 (2 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Rastersondenmikroskopie / Nanoindentierung (1 SWS)</p> <p>Vorlesung: Rastersondenmikroskopie / Nanoindentierung (2 SWS)</p> <p>Vorlesung: Nanospektroskopie (2 SWS)</p>	<p>3 ECTS</p> <p>-</p> <p>3 ECTS</p> <p>3 ECTS</p>
3	Lehrende	<p>Prof. Dr. Erdmann Spiecker</p> <p>Dr. Johannes Will</p> <p>Dr.-Ing. Martin Weiser</p> <p>Anna Krapf</p> <p>Prof. Dr. Mathias Göken</p> <p>PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk</p> <p>Prof. Dr. Wolfgang Heiß</p>	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Heiß
5	Inhalt	<p>*Elektronenmikroskopie:*</p> <p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen der Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie und hat zum Ziel, den Teilnehmern die weitreichenden Möglichkeiten der Mikroskopie mit schnellen Elektronen für die Strukturuntersuchung von Materialien aufzuzeigen. Im Rahmen der Vorlesung und den vertiefenden Übungen soll ein fundiertes Verständnis für die Wechselwirkung von schnellen Elektronen mit Materie und die daraus resultierenden Kontrastphänomene in elektronenmikroskopischen Abbildungen und Beugungsbildern erarbeitet werden, das Grundvoraussetzung für eine korrekte Interpretation elektronenmikroskopischer Ergebnisse sowie die Nutzung elektronenmikroskopischer Verfahren in eigenen Forschungsarbeiten darstellt. Im Bereich der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), die den Schwerpunkt der Vorlesung bildet, werden neben der Elektronenbeugung vornehmlich die Verfahren der sog. konventionellen TEM behandelt. Hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM) sowie die wichtigsten analytische Verfahren (EDX, EELS) werden in einem nachfolgenden zweiten Teil der Vorlesung (EM II) besprochen.</p> <p>*Nanospektroskopie:* - Die Vorlesung gibt einen Überblick über optische Spektroskopie-Methoden die allgemein für Halbleiterstrukturen und im Speziellen für Nanostrukturen verwendet werden. Im Besonderen wird auf drei Themen eingegangen: Nanocharakterisierung über photothermisch induzierte Resonanz, Nanospektroskopie mit Röntgenstrahlung und Nanospektroskopie über Plasmonen Verstärkung. Gegebenenfalls wird auch Nanoskopie = Mikroskopie mit Auflösung unter dem Beugungslimit vorgestellt. Neben diesen Nanospektroskopie spezifischen Themen werden auch Grundlagen über Wechselwirkung zwischen Licht</p>

		<p>und Materie oder auch grundlegende Beschreibungen von Licht besprochen.</p> <p>*Rastersondenmikroskopie:* Experimenteller Aufbau (Rastersondenmikroskop und Sonden) - Rasterkraftmikroskopie (Betriebsmodi)- Rastertunnelmikroskopie (Tunneleffekt und Betriebsprinzip) - Bilddatenverarbeitung</p> <p>*Nanoindentierung:* Grundlagen der Härteprüfung - Experimenteller Aufbau eines Nanoindenters - Grundlagen der Kontaktmechanik (Sneddon, Hertz) - Oliver-Pharr Auswertemethode - Fortgeschrittene Methoden zur Bestimmung lokaler mechanischer Eigenschaften (Dehnratenabhängigkeit, Fließspannung, theoretische Festigkeit, Dynamische Charakterisierung)</p>
6	<p>Lernziele und Kompetenzen</p>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen mikroskopische Verfahren zur Untersuchung von Materialien auf kleinen Längenskalen • verstehen die vielfältigen Verfahren der Elektronenmikroskopie und deren Anwendung in den Material- und Nanowissenschaften • haben fundierte Kenntnisse über den Einsatz von Rastersondenverfahren • kennen die verschiedenen Methoden der Nanoindentierung und deren Einsatz zur lokalen Untersuchung von mechanischen Materialeigenschaften • verstehen die Einsatzmöglichkeiten hochaufgelöster mikroskopischer Verfahren zur Untersuchung von Nanomaterialien • verstehen vertiefte Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen • haben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zum Aufbau der verschiedenen Werkstoffklassen • kennen fortgeschrittene Methoden zur lokalen mechanischen Eigenschaft von Werkstoffen • kennen und verstehen grundlegende Konzepte zur Beschreibung von Licht • verstehen grundsätzliche Wechselwirkungen zwischen Materie und Licht • verstehen die besonderen optischen Eigenschaften von Halbleiter-Nanomaterialien • kennen die Grundzüge der Plasmonik • kennen optische Meßmethoden für die spektroskopische Charakterisierung einzelner Nanostrukturen • haben einen Überblick über höchstauflösende optische Mikroskopie • haben einen Überblick über Anwendungen von optisch relevanten Nanomaterialien

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 165 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 45750	Praktikum Synthese / Charakterisierung (Laboratory Course on Synthesis and Characterization)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Nanotechnologie Master Synthese/Charakterisierung (5 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. Benoit Merle
5	Inhalt	<p>Ziel dieses Praktikums ist es, das erlernte Wissen aus den früheren Mastervorlesungen der Module M1, M4 und M6 sowie aus dem vorausgegangenen Bachelorstudium in praktischen Versuchen zu vertiefen. Das Praktikum orientiert sich an die Herstellung und Charakterisierung von nanostrukturierten Werkstoffen. Dazu zählen Dünnschichten, Nanopartikeln und ultrafeinkörnige Werkstoffe die durch top-down und bottom-up Verfahren hergestellt werden. Die Charakterisierung erfolgt mittels Indentierung, TEM, REM, UV-Vis und XRD.</p> <p>Im Einzelnen werden derzeit zwei Versuchsreihen angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthese von Nanopartikeln mit verschiedenen Größen • Spektroskopische Untersuchung von Nanopartikeln • Transmissionselektronenmikroskopie von Nanopartikeln • Herstellung und Charakterisierung von CVD-Diamantschichten <p>sowie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung und Charakterisierung von PED-Ni • Erzeugung und Eigenschaften von ultrafeinkörnigen Blechwerkstoffen • Mikrostrukturcharakterisierung mittels TEM • Herstellung und Charakterisierung von CVD-Diamantschichten <p>Aufgrund der begrenzten Kapazität einzelner Versuche können nicht alle Einteilungswünsche garantiert werden. Es besteht Anwesenheitspflicht bei den Versuchen. Bei jedem Versuch müssen ein Vor- (ehem. Antestat) und Nach-Protokoll (ehem. Protokoll) erfolgreich geleistet werden, was durch Unterschriften der jeweiligen Betreuer auf der Testatkarte bestätigt wird. Das Modul gilt als bestanden, wenn die vollständig ausgefüllte Testatkarte bis zum Beginn des nächstfolgenden Vorlesungszeitraums im Sekretariat des Modulverantwortlichen abgegeben wird.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <p>anwenden:</p> <p>Die Studierenden wenden bei diesem Praktikum das in den VLs erlernte Wissen zur Herstellung und Charakterisierung von nanostrukturierten Werkstoffen an.</p> <p>analysieren und bewerten:</p>

		Die erzeugten Messwerte werden in Kleingruppen analysiert und bewertet. In Fokus steht dabei auch, werkstoffübergreifende Eigenschaften und Methoden zu vermitteln.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 45770	Top-Down Nanostrukturierung (Top-Down Nanostructuring)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik IV - Nanoelektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Beschichtungstechnologie (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Optical Lithography: Technology, Physical Effects, and Modelling (2 SWS)	-
		Übung: Übung zu Optical Lithography (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Michael Jank apl.Prof.Dr. Stefan Rosiwal Peter Randelzhofer PD Dr. Andreas Erdmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	Inhalt	<p>*Nanoelektronik*</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Skalierung von MOS Transistoren 2. Neue Architekturen und Materialien für Nano-MOS-Bauelemente 3. Erzeugung kleinster Strukturen 4. Bauelemente der nichtflüchtigen Datenspeicherung 5. Bauelemente mit einzelnen Elektronen 6. Prinzipielle Grenzen <p>*Optical Lithography*</p> <p>This course reviews different types of optical lithographies and compares them to other methods. The advantages, disadvantages, and limitations of lithographic methods are discussed from different perspectives. Important components of lithographic systems, such as masks, projection systems, and photoresist will be described in detail. Physical and chemical effects such as the light diffraction from small features on advanced photomasks, image formation in high numerical aperture systems, and coupled kinetic/diffusion processes in modern chemical amplified resists will be analysed. The course includes an in-depth introduction to lithography simulation which is used to devise and optimize modern lithographic processes.</p> <p>*Beschichtungstechnologie*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau technischer Oberflächen • Vorstellung Beschichtungsverfahren in der Technik • Eigenschaften und Unterschiede der Dünnschichtverfahren Physical Vapour Deposition (PVD) und Chemical Vapour Deposition (CVD)

		<ul style="list-style-type: none"> • Stand der Technik der Diamant-Synthese (High Pressure High Temperature, Mikrowave Plasma CVD, Hot-Filament CVD) und Anwendungen • Abhängigkeit des Diamantwachstums von den CVD-Parametern • Wechselwirkung unterschiedlicher Substrate (Eisen, Silizium, Titan) mit den CVD-Beschichtungsbedingungen • Einflussfaktoren auf die Haftung von CVD Schichten • Erzielbare Oberflächeneigenschaften der CVD-Diamant Substratverbunde • Neue Anwendungsbereiche: <p>CVD-Diamantelektroden für die Wasserreinigung</p> <p>Thermoelektrische Generatoren auf CVD-Diamantbasis</p> <p>Redox-Flow Batterien mit CVD-Diamantelektroden</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>*Nanoelektronik*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären den Aufbau und die Funktionsweise nanoelektronischer Bauelemente • beschreiben die Herstellungsmethoden für nanoelektronische Bauelemente • analysieren die prinzipiellen Probleme, die sich für Bauelemente im Nanometerbereich ergeben • diskutieren unterschiedliche Lösungsansätze für zukünftige Bauelemente • bewerten Vor- und Nachteile sowie Grenzen aktueller Trends und Entwicklungen auf dem Gebiet nanoelektronischer Bauelemente <p>*Optical Lithography*</p> <p>The goals of this lecture are</p> <ul style="list-style-type: none"> • understand the principles of optical projection lithography • learn how optical resolution enhancements work • get an overview on alternative lithographic techniques • get an introduction to lithography simulation • understand the role of nanoscale light scattering effects <p>*Beschichtungstechnologie*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen und Verstehen der Wechselwirkung technischer Oberflächen mit Beschichtungsverfahren speziell bei erhöhten Temperaturen • Verstehen des Zusammenhanges von Werkstoffeigenschaften und Beschichtungsparametern auf die Funktionalität der Beschichtung

		<ul style="list-style-type: none"> Erlernen und Verstehen des Eigenschaftspotentials von CVD Diamantschichten für innovative Anwendungen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>*Nanoelektronik*</p> <p>Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente bzw. Nano IV - Halbleiter.</p> <p>*Beschichtungstechnologie*</p> <p>Grundkenntnisse Anorganische Chemie, Phasendiagramme</p>
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<p>*Nanoelektronik*</p> <ul style="list-style-type: none"> S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 3 The Submicron MOSFET, Lattice Press, 1995 S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 4 Deep-Submicron Process Technology, Lattice Press, 2002 C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 K. Goser, P. Glösekötter, J. Dienstuhl: Nanoelectronics ans Nanosystems, Springer-Verlag, 2004 H. Xiao, Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001 R. Waser (ed.): Nanoelectronics and Information Technology: Materials, Processes, Devices, 2. Auflage, Wiley-VCH, 2005 <p>*Beschichtungstechnologie*</p>

1	Modulbezeichnung 45865	Wissenschaftliches Projekt (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar M12-MWT/NT WTM (4 SWS) Masterseminar: Hauptseminar M12-MWT/NT-WW5 (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Hauptseminar Mastermodul M12-WW4 LKO (5 SWS) Vorlesung mit Übung: Literaturrecherche und Arbeitstechniken M12-NT-WW4 (4 SWS) Hauptseminar: Hauptseminar MWT/NT-M12-WW7 (4 SWS) Seminar: Hauptseminar MWT/NT M12-WW6 (4 SWS) Seminar: Literaturrecherche und Arbeitstechniken M12-NT-WW6 (4 SWS) Kurs: Literaturrecherche und Arbeitstechniken M12-NT-WW5 (0 SWS)	5 ECTS 5 ECTS 4 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Peter Randelzhofer Prof. Dr. Dirk Schubert Dr.-Ing. Joachim Kaschta Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini Ning Li Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann Prof. Dr. Wolfgang Heiß Prof. Dr. Christoph Brabec Dr. Andres Osvet Prof. Dr. Olga Kasian	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Alexandra Haase
5	Inhalt	<p>Die Studierenden erarbeiten zur Vorbereitung der Masterarbeit eine eigenständige Literaturrecherche in einem relevanten Thema im Bereich der Nanotechnologie. Die Betreuung wird in den jeweiligen Lehrstühlen organisiert.</p> <p>Von den Dozenten werden Themen ausgegeben, zu welchen die Studierenden ihre Rechercheergebnisse in schriftlicher Form darstellen müssen.</p> <p>Weiterhin erarbeiten die Studierenden zu dem Thema einen Vortrag in englischer Sprache.</p> <p>Im Anschluss an den Vortrag (ca. 30 Minuten) steht der Vortragende Rede und Antwort in einer Diskussionsrunde.</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> wissenschaftliche Grundlagen sowie spezialisiertes und vertieftes Fachwissen erläutern.

		<ul style="list-style-type: none"> • eigene Lernprozesse selbständig gestalten, reflektieren und methodisch erweitern, • eine Literaturrecherche für ein eingegrenztes Thema im Bereich der Nanotechnologie selbständig bearbeiten, zusammenfassen und dieses Thema in schriftlicher Form diskutieren. • einen freien Vortrag zu einem aus der Literatur erarbeiteten Wissensstoffs halten • fachbezogene Grundlagen, Begriffe und Formulierungsweise in Englischer Sprache anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul Master of Science Nanotechnologie 20202
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!