



Modulhandbuch des Masterstudiengangs Energie und Materialphysik

basierend auf den Ausführungsbestimmungen vom 17.01.2023

Pflichtmodule	4
Festkörperphysik	4
Solid State Physics	4
Chemische Energiespeichersysteme	7
Chemical Power Systems.....	7
Führung und Management	12
Company and Project Management	12
Grenzflächen	17
Interfaces.....	17
Photovoltaik	21
Photovoltaics.....	21
Photonik und Energie	24
Photonics and Energy.....	24
Festkörpersensoren	27
Solid State Sensors	27
Wissenschaftliches Arbeiten II	29
Scientific Working II.....	29
Masterarbeit	32
Master Thesis.....	32
Wahlpflichtmodule „Energie und Material“	34
Nanopartikel.....	34
Nanoparticles	34
Nanotechnologie.....	39
Nanotechnology.....	39
Glas in Energie- und Umwelttechnik	42
Glass in Energy and Environmental Technology.....	42
Spezielle Technologie der Gläser.....	44
Special Glass Technology	44
Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen	47
Thermodynamics and Kinetics of Solid State Reaction.....	47
Röntgen- und Neutronenbeugung.....	49
X-Ray and Neutron Diffraction.....	49
Material- und Mikroanalytik.....	51
Material and Micro Analysis.....	51
Festkörperchemie	55

Solid State Chemistry	55
Organische Materialchemie.....	57
Organic Materials Chemistry	57
Biophysikalische Chemie	60
Biophysical Chemistry	60
Lasersensoren.....	63
Laser Sensors.....	63
Funk- und Mikrosensorik mit Praktikum	66
Radio and Micro Sensors with Laboratory	66
Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen	69
Battery Systems Technology and Fuel Cells.....	69
Regenerative elektrische Energietechnik	72
Regenerative Electric Energy Technology	72
Einführung in die Festkörpertheorie	75
Introduction to Solid State Theory.....	75
Theorie und Praxis von Dichtefunktionalrechnungen.....	77
Hands-on Course in Density-Functional Calculations	77
International Teaching Staff Week of Simulation in Material Sciences	79
International Teaching Staff Week of Simulation in Material Sciences	79
Summer School: Renewable Resources	82
Summer School: Renewable Resources	82
Programmierpraktikum	85
Practical Programming Course	85
Energierrecht und Energiequellen	87
Energy Law and Energy Sources.....	87
Energie- und Umweltökonomik.....	90
Energy and Environment Economics	90

Pflichtmodule

1a. Modultitel (deutsch) Festkörperphysik	1b. Modultitel (englisch) Solid State Physics
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M.Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. H. Fritze		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 1		6. Sprache Deutsch	
7. LP 6		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Das Modul dient der Vermittlung wichtiger festkörperphysikalischer Konzepte. Der Studierende soll in die Lage versetzt werden, Effekte von Festkörpern zu erklären und nutzbar zu machen. Es werden vorwiegend fachspezifische Kompetenzen und Systemkompetenzen erworben. Die fachliche Qualifikation wird über das allgemeine Grundlagenwissen geschult. Das wissenschaftliche Arbeiten wird durch die Modellbildung und das Lösen von Problemen innerhalb dieser Modelle, Schlussfolgerungen zu den Lösungen und die Diskussion der Grenzen der Modelle trainiert.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Festkörperphysik (Solid State Physics)	H. Fritze	W 2220	V	3	42 h / 78 h
2	Übungen zu Festkörperphysik (Exercises Solid State Physics)	H. Fritze	W 2221	Ü	1	14 h / 46 h
Summe:					4	56 h / 124 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Physik, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnik der TU Clausthal vermittelt werden.
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Ideale und reale Festkörper: Strukturprinzipien, Realstruktur, Punktdefekte (kurze Wiederholung) • Beugung: Beugungstheorie, Brillouin-Zonen, Methoden zur Strukturanalyse (kurze Wiederholung) • Thermische Eigenschaften: Zustandsdichte, spezifische Wärme, Wärmeleitung, anharmonische Effekte • Elektronische Bänder: Fermi-Gas, quasifreie und stark gebundene Elektronen, Bandstrukturen, Zustandsdichten • Ladungstransport: effektive Masse, Eigen- und Störstellenleitung, Rekombination, Hopping-Leitfähigkeit, Diffusion, Drift, Transportwege • Dielektrische Eigenschaften: Strahlungsabsorption, Eigenschwingungen, Reflexionsvermögen, Ferroelektrika, Exzitonen • Halbleiter: einkristallines, polykristallines und amorphes Silizium, Dotierung, Diffusion, pn-Übergang ohne/mit Beleuchtung, Metall-Halbleiter-Kontakt, Heterostrukturen, Leitfähigkeit, Epitaxie, thermische Oxidation, Strukturierung
20a. Medienformen	Tafel, Folien
21a. Literatur	<p>Ibach, Harald/Lüth, Hans: Festkörperphysik. Einführung in die Grundlagen, Springer-Verlag: Berlin u. a. / . Auflage) 2009.</p> <p>Kittel, Charles: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg: München (15. unveränderte Auflage) 2013.</p> <p>Weißmantel, Christian/Hamann, Claus: Grundlagen der Festkörperphysik, Barth Verlag: Heidelberg u. a. (4. bearb. Auflage) 1995 (Standardwerk).</p>
22a. Sonstiges	-
Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Wie Nr. 1
19b. Inhalte	Wie Nr. 1
20b. Medienformen	Smartboard, Tafel
21b. Literatur	<p>Skript zur Vorlesung.</p> <p>Die unter Nr. 1 empfohlene Literatur (soweit Aufgaben und Lösungen enthalten sind).</p> <p>Darüber hinaus gibt es spezielle Literatur mit Aufgaben und Lösungen.</p>
22b. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Festkörperphysik	MP	6	benotet	100%
2	Übungen zu Festkörperphysik				
Zu Nr. 1 & 2:					
29a/b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur/ 120 Minuten (Alternativ: 30-minütige mündliche Prüfung)			
30a/b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. H. Fritze			
31a/b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

1a. Modultitel (deutsch) Chemische Energiespeichersysteme	1b. Modultitel (englisch) Chemical Power Systems
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Dr. Andreas Lindermeier		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 2		6. Sprache Deutsch	
7. LP 8		8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Chemische Energiespeicher und -systeme: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - können den (zukünftigen) Bedarf für chemische Energiespeicherverfahren nennen und sachlich begründen - können die möglichen Prozesse zur chemischen Energiespeicherung benennen, deren Funktion erklären und die Anforderungen begründen - beherrschen sicher die grundlegenden Gleichungen zur verfahrenstechnischen und reaktionstechnischen Beschreibung von Syntheseverfahren und können diese plausibel auf reale Anwendungsfälle übertragen - können Modellannahmen kritisch hinterfragen, reale Abweichungen implementieren und angepasste Modellvorstellungen ableiten - kennen unterschiedliche Verfahren zur Synthesegas- und Wasserstofferzeugung und -aufbereitung und können diese anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile systematisch vergleichen - können mögliche Einsatzgebiete von chemischen Energiespeichersystemen analysieren und bewerten - sind in der Lage, den Systemnutzen von chemischen Energiespeichern kritisch zu bewerten und anhand von Praxisbeispielen zu einzuschätzen 	

Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler:

Die Studierenden

- können den Aufbau von Brennstoffzellen selbstständig skizzieren
- können die wesentlichen Bauteile benennen, deren Funktion erklären und die Anforderungen hinsichtlich der Materialien begründen
- beherrschen sicher die grundlegenden Gleichungen zur thermodynamischen Beschreibung von Brennstoffzellen und können diese plausibel auf reale Anwendungsfälle übertragen
- können Modellannahmen kritisch hinterfragen, reale Abweichungen implementieren und angepasste Modellvorstellungen ableiten
- kennen unterschiedliche Verfahren zur Brenngaserzeugung und -aufbereitung und können diese anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile systematisch vergleichen
- können mögliche Einsatzgebiete von Brennstoffzellen-Systemen analysieren und bewerten
- sind in der Lage, den Systemnutzen von Brennstoffzellen kritisch zu bewerten und anhand von Praxisbeispielen zu einzuschätzen

Nachhaltige Energieversorgung ist eine zentrale Zukunftsaufgabe unserer Gesellschaft, die ohne hierzu erforderliche Fachkompetenzen von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren nicht bewältigt werden kann. Diesem in die Thematik der chemischen Energiespeicherung einführenden Modul kommt auch die wichtige Funktion zu, das spezifische Interesse der Studierenden an regenerativen Energien aufzugreifen, zu verstärken und so Voraussetzung dafür zu schaffen, dass sie sich später als Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs mit ihren besonderen fachlichen Kompetenzen für die Lösung von Problemen der nachhaltigen Energieversorgung engagieren.

Lehrveranstaltungen

11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Chemische Energiespeicher und -systeme (Chemical Energy Storage and -Systems)	Dr. Andreas Lindermeir	W 2318	V/Ü	3	42 h / 78 h
2	Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler (Fuel Cells and Electrochemical Energy Converters)	Dr. Andreas Lindermeir	S 2325	V/Ü	3	42 h / 78 h
Summe:					6	84 h / 156 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.
19a. Inhalte	<p>Die Vorlesung vermittelt das Wissen über Bedarf, Konzepte, Entwicklungslinien und Probleme chemischer Energiespeichertechnologien. Dem Studierenden werden die verfahrenstechnischen Aspekte der Verfahren und die verschiedenen Umsetzungskonzepte erläutert. Dabei wird auf die Anforderungen und die Probleme derzeitiger Realisierungen aufmerksam gemacht. Über die Übung wird dieses Wissen vertieft, auf praktische Fragestellungen angewendet und die Studierenden zu einem selbstständigen Arbeiten in diesem Bereich ermuntert.</p> <p>Die Vorlesungsinhalte reichen vom Status-Quo der heutigen Energieversorgung, über die mit der Energiewende verbundenen Änderungen und zukünftigen Entwicklungen zur Erzeugung erneuerbarer Energieträger bis hin zu den konkreten Power-to-X-Verfahren und -Prozessschritten.</p>
20a. Medienformen	Folien, Tafel
21a. Literatur	<p>Vorlesungs-Skriptum des Dozenten.</p> <p>Huggins, Robert A.: Energy Storage. Fundamentals, Materials and Applications, Springer: Cham u. a. (2. Auflage) 2016.</p> <p>Schlögl, Robert (Hg.): Chemical Energy Storage, de Gruyter: Berlin u. a. 2013.</p> <p>Sterner, Michael/Stadler, Ingo (Hg.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springer Vieweg: Wiesbaden (2. korr. Und ergänzte Auflage) 2017.</p>
22a. Sonstiges	

Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.
19b. Inhalte	Die Vorlesung eröffnet das Gebiet der heutigen Brennstoffzellenforschung mit den derzeitig sehr verschiedenen Realisierungsformen der Brennstoffzellen und ihren Vor- und Nachteilen. Die Vorlesungsinhalte orientieren sich an den aktuellen Publikationen zu diesem Arbeitsgebiet. Behandelt werden die wichtigsten unterschiedlichen Brennstoffzellentypen und ihre Funktionsweise, z. B. PEM, DMFC, SOFC, MCFC. Die behandelten Themen umfassen den grundsätzlichen Aufbau und die Funktionsweise von Brennstoffzellen, Thermodynamik elektrochemischer Energiewandler, Strom-Spannungs-Kennlinie und Verlustmechanismen, Brenngaserzeugung und -aufbereitung, Systemtechnik und Praxiserfahrungen.
20b. Medienformen	Folien, Tafel
21b. Literatur	<p>Vorlesungs-Skriptum des Dozenten.</p> <p>Heinzel, Angelika u. a. (Hg.): Brennstoffzellen. Entwicklung, Technologie, Anwendung, C.F. Müller Verlag: Heidelberg (3. neu bearb. und erweiterte Auflage) 2006.</p> <p>Jungbluth, Christian Herbert: Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen in Wohngebäuden im zukünftigen Energiesystem, Forschungszentrum Jülich: Jülich 2007.</p> <p>Kordes, Karl/Simader, Günter: Fuel Cells and their Applications, VCH-Wiley: Weinheim (4. Nachdruck) 2001 (Standardwerk).</p> <p>US Department of Energy: Fuel Cell Handbook (5. Auflage), 2000, Download unter: http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/769283/769283.pdf</p> <p>Vielstich, Wolf u. a.: Handbook of Fuel Cells – Fundamentals, Technology, Applications (6 Bände), VCH-Wiley: Weinheim 2007-2009.</p>
22b. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Chemische Energiespeicher und -systeme	MP	8	benotet	100 %
2	Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler				
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündl. Prüfung (Modul)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Dr. Andreas Lindermeir			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			
Zu Nr. 2:					
29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündl. Prüfung (Modul)			
30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Dr. Andreas Lindermeir			
31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

Modultitel (deutsch) Führung und Management	Modultitel (englisch) Company and Project Management
---	--

Studiengang M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik [Pflichtmodul in beiden Studienrichtungen]			
Modulverantwortliche(r) Prof. Dr.-Ing. D. Meiners		Zuständige Fakultät Fakultät 1	Modulnummer 3
Sprache Deutsch	LP 4	Dauer <input type="checkbox"/> 1 Semester <input checked="" type="checkbox"/> 2 Semester	Angebot <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig
Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Die Studierenden kennen Unternehmensorganisationsformen und können diese einordnen. Sie beherrschen die Prinzipien der Personalführung, kennen unterschiedliche Karrierewege und können diese für sich evaluieren. Weiterhin lernen sie an aktuellen (Fall-)Beispielen Themen der Unternehmensführung kennen. Ferner können die Studierenden die Arbeitsweisen und Führungsstile unterschiedlicher Industrieunternehmen benennen und bewerten, wodurch sie auch Einblicke in Kompetenzen, die zur Personalführung erforderlich sind, erhalten. Sie können ausgewählte Projektmanagement-Tools beschreiben und anwenden. Auch können sie den Produktzyklus von der Ideenphase zum fertigen Produkt schrittweise nachvollziehen. Dieses Modul trägt auch zur Förderung von gesellschaftlichem Engagement, denn Unternehmensführung und die Arbeit in herausgehobener Position eines Unternehmens zur Erreichung der Unternehmensziele ist verbunden mit Auswirkungen auf die Umgebung und Umwelt des Unternehmens, auf die Arbeitswelt innerhalb und außerhalb des Unternehmens und bei international agierenden Unternehmen auf gesellschaftliche Entwicklungen über Ländergrenzen hinweg.			

Lehrveranstaltungen						
Nr.	Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	Dozent(in)	LV-Nr.	LV-Art	SWS	Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Personal- und Unternehmensführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure Human Resource and Company Management for Natural Scientists and Engineers	D. Meiners	W 7950	V	2	28 h / 32 h
2	Unternehmensstrukturen, Entscheidungsfindung und Projektmanagement in der Praxis Management Structures, Decision Making and Project Management in Practice	O. Gedrat	S 7941	V	2	28 h / 32 h
Summe:					4	56 h / 64 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
Empf. Voraussetzungen	keine
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Prinzipien der Personalführung (Disziplinarische und fachliche Führung) • Instrumente der Personalführung (Familie und Beruf, flexible Arbeitszeitmodelle, Mitarbeitergespräche, Mitarbeiterbefragung usw.) • Mitbestimmung im Unternehmen (Aus Sicht des Unternehmers, Gewerkschaftlers) • Erfolgreiche Personalführung (Vom Vorgesetzten zum Chef) • Karriereplanung (Karriere ja oder nein) • Bewerbung, Bewerbungsgespräch, Einstellungsvertrag • Von der Ich AG zur Aktiengesellschaft • Unternehmensplanung (Strategische Planung, Budgetplanung) • Organisationsstrukturen von Unternehmen (Eigentümer, Geschäftsführer, Beirat) • Unternehmensfinanzierung Private Equity (Chancen und Risiken) • Compliance Anforderungen im Unternehmen • Führungsstrukturen im Unternehmen (Zentrale/ Dezentrale Organisationen) • Operative Organisationsstrukturen im Unternehmen (Linien/ Matrixorganisation)
Medienformen	Beamer-Präsentation, Skript, ext. Vorträge
Literatur	-
Sonstiges	-

Zu Nr. 2:	
Empf. Voraussetzungen	Keine
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Marktstudien / Markt- und Wettbewerbsanalysen • Produktentwicklungsprozess in der Automobil und Luftfahrtindustrie • Wirtschaftlichkeitsrechnung / Produktentscheidungsrechnung [Kostenarten: Entwicklungskosten, Investitionen, Material- und FPK-Kosten, Qualitätskosten, Vertriebskosten; Entstehung und Kostenoptimierung] • Globale Unternehmenspräsenz • Organisationsstrukturen in Unternehmen / Entscheidungsgremien / Berichtswege / Informationsstrukturen • Geschäfts- und Vorstandsbereiche [Vorstandsvorsitz, Entwicklung, Beschaffung, Qualitätssicherung, Finanz- und Controlling, Vertrieb und Marketing, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Produktion] • Aufsichtsgremien [Funktionen Aufsichtsrat, Hauptversammlung, Beirat, ...] • Produktentscheidungsrechnungen • Gesetzliche Rahmenbedingungen [Organisationsverantwortung, Aufsichtsrat oder Gesellschafterversammlung, Hauptversammlung, Beirat, Vorstand / Geschäftsführung, Qualitätsverantwortung (Produkthaftungsgesetz), Umweltverantwortung, Mitbestimmungsrechte, QM-Methoden und QM-Zertifizierung] • Simultaneous Engineering und Teamverhalten / Fachgruppenstrukturen • Erfahrungsberichte von verschiedenen Länder- und Arbeitskulturen
Medienformen	Beamer-Präsentation, Skript, Fallbeispiele
Literatur	-
Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistungen					
Nr.	Zugeordnete Lehrveranstaltung	P.-Typ	LP	Benotung	Anteil an der Modulnote
1	Personal- und Unternehmensführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure	LN	2	unbenotet	0 %
2	Unternehmensstrukturen, Entscheidungsfindung und Projektmanagement in der Praxis	LN	2	unbenotet	0 %
Zu Nr. 1:					
Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		theoretische Arbeit/ keine			
Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr.-Ing. D. Meiners			
Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			
Zu Nr. 2:					
Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		theoretische Arbeit/ keine			
Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Dr.-Ing. O. Gedrat			
Verbindliche Prüfungsvorleistungen		-			

1a. Modultitel (deutsch) Grenzflächen	1b. Modultitel (englisch) Interfaces
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. W. Daum		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 4		6. Sprache Deutsch	
7. LP 6		8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Durch dieses Modul verstehen die Studierenden grundlegende physikalische Eigenschaften von Halbleitergrenzflächen auf atomarer Ebene und ihren Zusammenhang mit den gewünschten Funktionalitäten in technisch relevanten Heterostrukturen, insbesondere auch für Anwendungen der solaren Energiewandlung. Das Modul vermittelt zum überwiegenden Teil Fachkompetenzen im materialwissenschaftlich-physikalischen Bereich, daneben auch Methoden- und Systemkompetenzen auf dem Gebiet der Dünnschicht-Materialsynthese und Oberflächenanalytik.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Halbleiter und Halbleitergrenzflächen (Semiconductor and Semiconductor Interfaces)	Prof. Dr. W. Daum	S 2317	V	2	28 h / 52 h
2	Übungen zu Halbleiter und Halbleitergrenzflächen (Exercices Semiconductor and Semiconductor Interfaces)	Prof. Dr. W. Daum, N.N.	S 2318	Ü	1	14 h / 26 h
3	Energiefunktionale Grenzflächen (Energy Functional Interfaces)	Prof. Dr. W. Daum	W 2324	V	2	28 h / 32 h
Summe:					5	70 h / 110 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Kenntnisse der Festkörperphysik, wie sie im Modul Festkörperphysik dieses Masterstudiengangs vermittelt werden.
19a. Inhalte	<p>1. Volumeneigenschaften von Halbleitern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gitterperiodische Struktur und reziprokes Gitter - Bloch-Wellen, 1. Brillouin-Zone - Bandstrukturen von Halbleitern - Zustandsdichten - Ladungsträgerdichten intrinsischer und dotierter Halbleiter - Leitfähigkeit von Halbleitern <p>2. Halbleiteroberflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Volumenterminierte und rekonstruierte Halbleiteroberflächen - Herstellung und Charakterisierung definierter Halbleiteroberflächen - Geometrische und elektronische Struktur ausgewählter Halbleiteroberflächen - Wasserstoffterminierung von Siliziumoberflächen <p>3. Oberflächenzustände</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2D-Bandstruktur - Modellmäßige Beschreibung intrinsischer Oberflächenzustände - Virtuelle Bandlückenzustände (ViGS) - Donor- und akzeptorartige Oberflächenzustände - Lage und Fixierung des Fermi-Niveaus an Oberflächen <p>4. Metall-Halbleiterkontakte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schottky-Barriere - Mott-Schottky-Regel, Modell von Bardeen - Metallinduzierte Bandlückenzustände (MIGS) - Einfluss der Elektronegativität auf die Barrierenhöhe <p>5. Halbleiterheterostrukturen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Halbleiter-Halbleiter-Heterostrukturen - Valenz- und Leitungsbanddiskontinuitäten - Modulationsdotierter Übergang, Kompositionsübergitter - 2D-Elektronengase, High Electron Mobility Transistor - Si-SiO₂-Grenzflächen
20a. Medienformen	PowerPoint, Smartboard. Die Präsentationen zur Vorlesung sind elektronisch abrufbar.
21a. Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Ibach, Harald/Lüth, Hans: Festkörperphysik. Einführung in die Grundlagen, Springer: Berlin u. a. (7. Auflage) 2009. - Lüth, Hans: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films, Springer: Cham u. a. (6. Auflage) 2015. - Mönch, Winfried: Electronic Properties of Semiconductor Interfaces, Springer: Berlin u. a. 2004.
22a. Sonstiges	

Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Wie 18a.
19b. Inhalte	Wie 19a.
20b. Medienformen	PowerPoint, Smartboard. Die Präsentationen und Ausarbeitungen zur Übung auf dem Smartboard sind elektronisch abrufbar.
21b. Literatur	Wie 21a.
22b. Sonstiges	
Zu Nr. 3:	
18c. Empf. Voraussetzungen	Grundlagen der Elektrochemie
19c. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Grenzflächen in Halbleiterheterosystemen für die Optoelektronik und Energiewandlung, insbes. für Multi-Junction-Solarzellen - Methoden der Oberflächencharakterisierung von Fest-Flüssig-Grenzflächen - Grenzflächenbestimmte Prozesse bei der photoelektrochemischen Energiewandlung - Grenzflächenbestimmte Reaktionen und Prozesse bei der elektrokatalytischen Energiewandlung (Brennstoffzellen)
20c. Medienformen	PowerPoint, Smartboard. Die Präsentationen zur Vorlesung sind elektronisch abrufbar.
21c. Literatur	<p>Bockris John O'M/Khan Shahed U.M.: Surface Electrochemistry: A Molecular Level Approach, Plenum Press: New York 1993 (Standardwerk).</p> <p>Hamann, Carl H./Vielstich, Wolf: Elektrochemie, Wiley-VCH: Weinheim u. a. (3. Auflage) 1998 (Standardwerk).</p> <p>Memming, Rüdiger: Semiconductor Electrochemistry, Wiley-VCH: Weinheim (2. Auflage) 2015.</p>
22c. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Halbleiter und Halbleitergrenzflächen	MP	6	benotet	100%
2	Übungen zu Halbleiter und Halbleitergrenzflächen				
3	Energiefunktionale Grenzflächen				
Zu Nr. 1. 2 & 3:					
29a/b/c. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		45-minütige mündliche Prüfung Alternativ: 120-minütige Klausur			
30a/b/c. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. W. Daum			
31a/b/c. Verbindliche Prüfungsvorleistungen					

1a. Modultitel (deutsch) Photovoltaik	1b. Modultitel (englisch) Photovoltaics
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. D. Schaadt		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 5		6. Sprache Deutsch	
7. LP 8		8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Photovoltaik: Dieser Kurs vermittelt Kenntnisse über die grundlegenden physikalischen Prozesse in Solarzellen (Lernziel). Die Studierenden werden befähigt, Solarzellen zu entwickeln (Kompetenz). Neue Konzepte der Photovoltaik: Es werden fortgeschrittene Kenntnisse zu aktuellen neuen Konzepten in der Photovoltaik vermittelt (Lernziel). Studenten erhalten damit die Möglichkeit, sich an vorderster Front der Forschung weiterzubilden (Kompetenz).			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Photovoltaik (Photovoltaics)	Prof. Dr. D. Schaadt	S 2218	V/Ü	3	42 h / 78 h
2	Neue Konzepte der Photovoltaik (New Concepts of Photovoltaics)	Prof. Dr. D. Schaadt	W 2331	V/Ü	3	42 h / 78 h
Summe:					6	84 h / 156 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> •Solarstrahlung als Energiequelle für Solarzellen •Physikalische Grundlagen von Halbleitern •Energiewandlung •Separation der Ladungsträger/pn-Übergang •Solarzellen •Herstellung •Systemtechnik
20a. Medienformen	Tafel, PowerPoint
21a. Literatur	Würfel, Peter: Physik der Solarzellen, Spektrum/Akademischer Verlag: Heidelberg u. a. (2. Vollständig überarb. Auflage) 2000 (Standardwerk).
22a. Sonstiges	-
Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Photovoltaik und Materialwissenschaft, Physik der Solarzelle
19b. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> •Verbesserte Si-Solarzellen •Hochleistungs-Si-Solarzellen •Si-Dünnschicht solarzellen •Verbindungshalbleiter •III-V Solarzellen •Verbindungshalbleiter-Dünnschicht solarzellen •Plasmonische Solarzellen •Organische Solarzellen
20b. Medienformen	Tafel, PowerPoint
21b. Literatur	<p>Green, Martin A.: Third Generation Photovoltaics. Advanced Solar Energy Conversion, Springer Verlag: Berlin u. a. 2006 (Standardwerk).</p> <p>Hamakawa, Yoshihiro (Hg.): Thin-Film Solar Cells. Next Generation Photovoltaics and Its Applications, Springer Verlag: Berlin u. a. 2004 (Standardwerk).</p>
22b. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Photovoltaik	MP	8	benotet	100 %
2	Neue Konzepte der Photovoltaik				
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur/ 120 Minuten oder mündliche Prüfung			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. D. Schaadt			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

1a. Modultitel (deutsch) Photonik und Energie	1b. Modultitel (englisch) Photonics and Energy
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. W. Schade		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 6		6. Sprache Deutsch	
7. LP 8		8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls	
<p>Das Modul führt in die Grundprinzipien der Laserphysik und insbesondere deren Anwendung in der Ultrakurzpuls-Lasermaterialbearbeitung und optischen Sensorik in Bezug auf Energiewandlung- und Energieeffizienz ein. Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte zur maßgeschneiderten Manipulation von elektronischen und optischen Eigenschaften von Materialien mittels Licht. Es wird zunächst ein allgemeines Verständnis von physikalischen Mechanismen wie Absorption und Emission von Licht, Inversionserzeugung und Laserübergänge in Atomen vermittelt. Die Studierenden erlangen Kenntnis über das Funktionsprinzip verschiedener Lasertypen; insbesondere von Lasern, mit denen ultrakurze Laserpulse erzeugt werden können. Weiteres Lernziel des Moduls ist das Verständnis der Funktionsweise und Benutzung von Photodetektoren und Energiemessgeräten. Die Studierenden werden befähigt physikalische Prinzipien bei der Licht-Materiewechselwirkung wie beispielsweise Laserablation, sowie die Zeitskalen der elektronischen Prozesse bei der Materialbearbeitung zu verstehen. Das Modul vermittelt außerdem Kenntnisse über die Herstellung und Anwendung optischer Sensoren mittels Lasern (insbesondere Faser-Bragg-Gitter).</p>			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Photonik und Energie I (Photonics and Energy I)	W. Schade	S 2326	V/Ü	3	48 h / 72 h
2	Photonik und Energie II (Photonics and Energy II)	W. Schade	W 2326	V/Ü	3	48 h / 72 h
Summe:					6	96 h / 144 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1 & 2:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Kenntnisse in Optik, Elektrodynamik, Laser und Festkörperphysik, wie sie beispielsweise in den Veranstaltungen bzw. Modulen Experimentalphysik I bis IV des Bachelorstudiengangs Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.
19a. Inhalte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen zu Lasern <ul style="list-style-type: none"> - Funktionsprinzip - Lasertypen - Gepulste Laser: Güteschaltung/Q-Switching - Ultrakurze Laserpulse: Modenkopplung 2. Charakterisierung von Laserpulsen: <ul style="list-style-type: none"> - Autokorrelator, Spektrometer, Powermeter, FROG 3. Ultrakurzpuls (UKP) Lasermaterialbearbeitung <ul style="list-style-type: none"> - Strahlquellen - Hochleistungs-UKP-laser - Licht-Materie-Wechselwirkung 4. Brechzahländerung in optisch transparenten Medien 5. Grundlagen optischer Sensoren <ul style="list-style-type: none"> - Lichtwellenleiter - optische Gitter - Strahlquellen - Lichtdetektoren - Raman Streuung 6. Faser-Bragg-Gitter als optischer Temperatur- und Dehnungssensor <ul style="list-style-type: none"> - Funktionsweise - Herstellungsverfahren mit UKP-Lasern - Anwendung in Energiethemen: Kabelmonitoring, Windräder, Geothermiebohrungen, in Medizintechnik: in Kathetern, 3D Shape Sensing 7. Materialfunktionalisierung von Halbleiter und Metallen <ul style="list-style-type: none"> - Materialstrukturierung - Laserdotierung - Änderung optoelektronischer Eigenschaften von Materialien: Absorption, Leitfähigkeit, Infrarotaktivität - optisches Abstrahlverhalten von laserfunktionalisierten Oberflächen - Anwendungen: Metalle, Silizium, Glas Schwarzes Silizium (Black Silicon Solarzellen) Metallstrukturierung (Elektrodenmaterial in Zink-Sauerstoff-Akkumulatoren und Brennstoffzellen, zur Änderung der thermischen Abstrahlung) Oberflächenstrukturierung zur besseren Haftung von Beschichtungen 8. Materialfunktionalisierung mit maßgeschneiderten ultrakurzen Laserpulsen <ul style="list-style-type: none"> - Laserpulsformung - räumliche Lichtmodulatoren - Adaptive Laserpulsformung

20a. Medienformen	Tafel, PowerPoint, Demonstrationsversuche im Forschungslabor
21a. Literatur	<p>Diels, Jean-Claude/Rudolph, Wolfgang: Ultrashort Laser Pulse Phenomena. Fundamentals, Techniques, and Applications on a Femtosecond Time Scale, Academic Press/Elsevier: Amsterdam u. a. (2. Auflage) 2006 (Standardwerk).</p> <p>Eichler, Hans-Joachim/Eichler, Jürgen: Laser. Bauformen, Strahlführung, Anwendungen, Springer Vieweg: Berlin/Heidelberg (8. aktual. und überarb. Auflage) 2015.</p> <p>Hecht, Eugene: Optics, Pearson: Boston/Columbus/Indianapolis (5. Auflage) 2017.</p> <p>Miotello, Antonio/Ossi, Paolo M. (Hg.), Laser-Surface Interactions for New Materials Production. Tailoring Structure and Properties, Springer: Berlin u. a. 2010.</p> <p>Rullière, Claud (Hg.): Femtosecond Laser Pulses. Principles and Experiments, Springer: New York, NY (2. Auflage) 2010.</p>
22a. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.- Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Photonik und Energie I	MP	8	benotet	100%
2	Photonik und Energie II				
Zu Nr. 1 & 2:					
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur/ Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 45-minütigen mündlichen Prüfung zum Stoff der Vorlesungen und Übungen abgeprüft.			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. W. Schade			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		-			

1a. Modultitel (deutsch) Festkörpersensoren	1b. Modultitel (englisch) Solid State Sensors
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. H. Fritze		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 7		6. Sprache Deutsch	
7. LP 6		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Das Modul dient der Vermittlung wichtiger, auf festkörperphysikalischen Vorgängen beruhender Sensorkonzepte. Der Studierende soll in die Lage versetzt werden, die Sensoreffekte zu erklären und nutzbar zu machen. Es werden vorwiegend fachspezifische Kompetenzen und Systemkompetenzen erworben. Die fachliche Qualifikation wird über das allgemeine Grundlagenwissen hinaus geschult. Das wissenschaftliche Arbeiten wird durch die Modellbildung, das Lösen von Problemen innerhalb dieser Modelle, die Schlussfolgerungen zu den Lösungen und die Diskussion der Grenzen der Modelle trainiert.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Festkörpersensoren (Solid State Sensors)	H. Fritze	W 2321	V/Ü/P	4	56 h / 124 h
Summe:					4	56 h / 124 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Festkörperphysik
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkung zwischen Gasteilchen und Festkörperoberflächen: Physisorption, Chemisorption, Oberflächenreaktion, Volumenreaktion • Potentiometrische Sensoren: Nernst-Gleichung, Sensormaterialien, Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele • Resistive Sensoren: Leitungsmechanismen, Katalyseeffekte, Anwendungsbeispiele • Halbleitersensoren: Leitungsmechanismen, Grenzflächeneffekte, Anwendungsbeispiele • Resonante Sensoren; Volumenwellenresonatoren, Quarzresonatoren, Sauerbrey-Gleichung, Oberflächenwellenresonatoren, Funksensorik • Sonstige Sensoren: Ionisationssensoren, Massenspektrometer
20a. Medienformen	Tafel, Folien
21a. Literatur	<p>Aswal, Dinesh K./Gupta, Shiv K. (Hg.): Science and Technology of Chemiresistor Gas Sensors, Nova Science Publ.: New York, NY 2007 (Standardwerk).</p> <p>Göpel, Wolfgang/Hesse, J./Zemel, Jay N. (Hg.) Sensors. A Comprehensive Survey, VCH: Weinheim 1996 (Standardwerk).</p> <p>Mandelis, Andreas/Christofides, Constantinos: Physics, Chemistry and Technology of Solid State Gas Sensor Devices, Wiley: New York, NY u. a. 1993 (Standardwerk).</p> <p>Schaumburg, Hanno (Hg.): Sensoranwendungen, Teubner: Stuttgart 1996 (Standardwerk).</p>
22a. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Festkörpersensoren	MP	6	benotet	100%
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur/ 60 Minuten (Alternativ: 30-minütige mündliche Prüfung)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. H. Fritze			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

1a. Modultitel (deutsch) Wissenschaftliches Arbeiten II	1b. Modultitel (englisch) Scientific Working II
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. W. Daum		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 8		6. Sprache Deutsch	
7. LP 14		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [x] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls	
<p><u>Forschungspraktikum B Energie und Material</u> Das Forschungspraktikum ermöglicht den Studierenden, in den Arbeitsgruppen an Forschungsprojekten zum Thema Energie und Materialphysik mitzuarbeiten und in diesem Rahmen eine ihrem Ausbildungs- und Kenntnisstand angemessene Fragestellung zu bearbeiten. Hierbei praktizieren die Studierenden Grundlagen der Systematik wissenschaftlicher Arbeit, erlernen experimentelle Methoden der physikalischen Materialsynthese und -analyse und erhalten einen vertieften Einblick in aktuelle Themen der materialphysikalischen Forschung. Neben dem Erwerb von fachspezifischen vertiefenden Kenntnissen, inter- und transdisziplinären Fachkenntnissen sowie Methoden und Systemkompetenzen ermöglicht es eine Identifizierung mit der Fachdisziplin und dient damit auch der wissenschaftlichen Sozialisation. Weitere Selbstkompetenzen werden durch die Entwicklung von Lösungsstrategien zur Bearbeitung des gestellten Themas erworben. Die Tätigkeit in den Forschungslaboren, durch die in der Regel auch praktische Fertigkeiten vermittelt werden, erfordert enge Kooperation, produktives Einfügen in das Team und die Kommunikation fachlicher Inhalte mit Personen unterschiedlicher Berufs- und Statusgruppen (wissenschaftliche und technischen Mitarbeiter*innen), so dass entsprechende soziale Kompetenzen trainiert werden. Durch den abschließenden Kolloquiumsvortrag werden mit Präsentations- und Rhetorikkompetenzen weitere Fertigkeiten für Studium und Berufsleben erworben.</p> <p><u>Seminar B Energie und Material</u> Das Seminar ermöglicht den Studierenden einen vertieften Einblick in aktuelle Fragestellungen, Anwendungen und Forschungsergebnisse der materialorientierten Energieforschung bzw. Materialphysik. Neben einer Auseinandersetzung mit speziellen materialphysikalischen Fragestellungen auf einem dem Wissensstand der Studierenden angemessenen Niveau trainieren die Studierenden wichtige Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens wie Literaturarbeit mit englischsprachigen Originalveröffentlichungen und Zitierung. Darüber hinaus werden Vortragsorganisation sowie Präsentations- und Rhetoriktechniken geschult. Es wird die Kommunikation zwischen den Vortragenden Seminarteilnehmern und Personen mit abweichenden fachlichen Kenntnisständen trainiert (fachlich erfahrene Seminarleiter/Vortragsbetreuer, zuhörende Studierende auf niedrigerem Kenntnisstand). Werden Seminarthemen gemeinsam erarbeitet, so werden soziale Kompetenzen für das produktive Einfügen in Teams geschult.</p> <p>Das Modul insgesamt vermittelt Fertigkeiten sowie Fach-, Methoden-, System-, Selbst- und Sozialkompetenzen.</p>			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Forschungspraktikum B (Project-Oriented Research Training B)	Wissenschaftliche Arbeitsgruppen der am materialphysikalischen, materialchemischen und materialwiss. Studienprogramm beteiligten Institute	W/S 2349	P	20	260 h / 100 h
2	Seminar B Energie und Material (Seminar B Energy and Materials)	Dozentinnen und Dozenten des IEPT und ggfs. weiterer Institute	W 2377	S	2	14 h / 46 h
Summe:					22	274 h / 146 h
Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“						
Zu Nr. 1:						
18a. Empf. Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden die in den ersten zwei Semestern des Masterstudiengangs vermittelten Inhalte der physikalischen, chemischen und ingenieurwissenschaftlichen Pflicht- und Wahlpflichtmodule					
19a. Inhalte	Die Inhalte des Forschungspraktikums sind abhängig vom jeweiligen Forschungsprojekt und werden mit dem Projektbetreuer abgesprochen.					
20a. Medienformen	Laborversuche					
21a. Literatur	Die Literatur für das Forschungspraktikum und das Seminar hängt vom jeweiligen Thema des Forschungspraktikums. Die Literatursuche ist Bestandteil dieser Veranstaltungen.					
22a. Sonstiges	-					
Zu Nr. 2:						
18b. Empf. Voraussetzungen	Wie Nr. 1					
19b. Inhalte	Inhalt des Seminars sind jeweils aktuelle Themen zu materialphysikalischen Aspekten der Energiewandlung und Energiespeicherung bzw. zur (energiebezogenen) Materialphysik.					
20b. Medienformen	PowerPoint-Präsentation					
21b. Literatur	Die Literatur für das Forschungspraktikum und das Seminar hängt vom jeweiligen Thema des Forschungspraktikums bzw. Seminars ab. Die Literatursuche ist Bestandteil dieser Veranstaltungen.					
22b. Sonstiges	-					

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Forschungspraktikum B	LN	12	unbenotet	0 %
2	Seminar B Energie und Material	LN	2	unbenotet	0 %
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Erfolgreiches Abschließen des Forschungspraktikum durch Abgabe eines Praktikumsberichts und einem Kolloquiumsvortrag			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Jeweilige(r) Dozent(in)			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen					
Zu Nr. 2:					
29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Selbständiges Vorbereiten und Präsentieren eines Vortrages zum jeweiligen gegebenen Thema			
30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Jeweilige(r) Dozent(in)			
31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen					

1a. Modultitel (deutsch) Masterarbeit	1b. Modultitel (englisch) Master Thesis
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Apl. Prof. Dr. A. Schmidt		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer 9		6. Sprache Deutsch	
7. LP 30		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [x] jedes Semester [] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls	
<p>In der Masterarbeit sollen die Studierenden die in den Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten anwenden und vertiefen. Unter wissenschaftlicher Anleitung wird eine dem Ausbildungsstand angemessene aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen der materialorientierten Energieforschung bzw. Materialphysik, meist als Teilproblem aus einem Forschungsprojekt, bearbeitet, wobei die Fähigkeit entwickelt werden soll, das Erlernete zur Lösung des Problems anzuwenden, Lösungsmöglichkeiten zu erkennen und Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Kriterien entsprechenden Form zu verfassen. Das Modul vermittelt grundlegende Kompetenzen bei der Erarbeitung eines Forschungsthemas: Literaturrecherche, wissenschaftliche Methodik, Abfassung eines wissenschaftlichen Berichts sowie Präsentation. Das Modul vermittelt Fachkenntnisse auf vertieftem Niveau, inter- und transdisziplinäre Fachkenntnisse, Methoden- und Systemkompetenzen sowie praktische Fertigkeiten für Studium und Berufsleben. Das Modul trägt zur Persönlichkeitsentwicklung der Studierenden bei, denn die Fähigkeiten zur ganzheitlichen Erfassung des Problems und zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien bei der weitgehend selbständigen Bearbeitung des gestellten Themas sind wichtige Qualifikationsziele des Moduls. Die Arbeit innerhalb einer Arbeitsgruppe bedingt enge Kooperation mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und technischem Personal, so dass soziale Kompetenzen wie produktives Arbeiten in Teams und Kommunikation fachlicher Inhalte mit Personen unterschiedlicher Berufs- und Statusgruppen trainiert werden. Zudem liefern die wissenschaftlichen Erfahrungen im Rahmen der Bachelorarbeit einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen Sozialisation und Identifizierung mit der Fachdisziplin.</p>			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV- Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium

1	Masterarbeit (Master Thesis)	jeweiliger betreuende(r) Dozent(in)	-	MA	25	350 h / 550 h
Summe:					25	350 h / 500 h
Zu Nr. 1:						
18a. Empf. Voraussetzungen		Festgelegt in der Ausführungsbestimmung				
19a. Inhalte		Der Inhalt der Masterarbeit hängt von der Themenstellung ab und wird mit dem betreuenden Dozenten abgestimmt.				
20a. Medienformen		Schriftlich, selbständig angefertigte Abschlussarbeit Präsentation				
21a. Literatur		Abhängig vom jeweiligen Themengebiet der Arbeit. Die Literatursuche ist Bestandteil der Masterarbeit.				
22a. Sonstiges						

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.- Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Masterarbeit	Ab	30	benotet	100%
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Abschlussarbeit inkl. Abschlusskolloquium			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)					
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen					

Wahlpflichtmodule „Energie und Material“

1a. Modultitel (deutsch) Nanopartikel	1b. Modultitel (englisch) Nanoparticles
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. Alfred Weber		4. Zuständige Fakultät	5. Modulnummer
6. Sprache Deutsch, auf Wunsch Englisch	7. LP 8	8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester	9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
<p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - die speziellen Eigenschaften von Nanopartikeln (spez. Oberfläche, Quanteneffekte, Exzitonen, Plasmonen, wenig koordinierte Oberflächenatome, ...) zu benennen und zu verstehen - die Transportprozesse von Nanopartikeln in der Gasphase zu benennen und zu verstehen - die Herausforderungen bei der Integration von Nanopartikeln in makroskopische Systeme wie Beschichtungen und Komposite zu verstehen - die Grundprinzipien der verschiedenen Partikelsynthesewege zu kennen und zu verstehen - die Verarbeitungstechniken (Prozessfunktion) sowie den Zusammenhang zwischen Partikeleigenschaften (Dispersität, Form und Materialspezifika) und Produkteigenschaften (Eigenschaftsfunktion) zu kennen und zu verstehen - Anwendungen von Nanopartikeln aus den Bereichen Elektronik, Energietechnik, Katalyse und Life Science zu kennen und oben genannte Prinzipien wiederzuerkennen - Funktionsweisen, Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Varianten der Elektronenmikroskopie zu benennen und zu verstehen - Funktionsweisen, Möglichkeiten und Grenzen der Mobilitätsanalyse in Gasen und Flüssigkeiten zu benennen und zu verstehen - Funktionsweisen, Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Varianten der Trägheitsspektroskopie zu benennen und zu verstehen - Funktionsweisen, Möglichkeiten und Grenzen der Sorptionsanalyse zu benennen und zu verstehen - Funktionsweisen, Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Varianten der Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung (X-ray, UV, vis, IR) mit Nanopartikeln zu benennen und zu verstehen - Funktionsweise, Möglichkeiten und Grenzen der Ultraschallextinktion zu benennen und zu verstehen - Funktionsweise, Möglichkeiten und Grenzen der Thermogravimetrischen Analyse zu benennen und zu verstehen - die Herausforderungen bei der Anwendung der besprochenen Messmethoden auf konkrete Beispiele zu verstehen - anwendungsorientierte Aufgaben (in Hausübungen) mit dem in der Vorlesung erworbenen Wissen eigenständig zu lösen 			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV- Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien (Gas Phase Synthesis of Nanoscale Materials)	Alfred Weber	W 8616	V	2	42 h / 78 h
2	Charakterisierung von Nanopartikeln (Characterization of Nanoparticles)	Alfred Weber	S 8609	V/Ü	4	42 h / 78 h
Summe:					6	84 h / 156 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Partikelmesstechnik und Mechanische Verfahrenstechnik I
19a. Inhalte	<p>1 Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nanopartikel und Nanotechnologie - Spezifische Oberfläche von Nanopartikeln - Nanopartikel-Volumeneffekte (confinement phenomena) - Allgemeines zu Nanopartikeln <p>2 Partikeltransport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diffusion und Abscheidung - Partikelbewegung in externen Feldern - Impaktion - Struktur der Deposits <p>3 Wachstum, Verdampfen und Nukleation von Partikeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Heterogene Kondensation - Transport-limitiertes Wachstum - Reaktions-limitiertes Wachstum - Nukleation <p>4 Kollision und Koaleszenz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brownsche Koagulation - Charakteristische Zeit für Koagulation - Scherungsinduzierte und turbulente Koagulation - Koagulation durch elektrische Kräfte - Self-Preserving Size Distributions (SPSD) - Koaleszenz von Partikeln <p>5 Transportprozesse im Inneren der Partikeln</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stofftransport (Diffusion) - Wärmetransport - Gas-Feststoff-Reaktionen <p>6 Gasphasensynthesereaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einleitung - Freie-Konvektions- und Rohrströmungssysteme - Expansionsdüsen - Laserablation - Überkritisches Sprühen - Kaltes Plasma (DBD) - Mikrowellenplasma - Flammenreaktoren <p>7 Beispiele für Nanopartikeln aus der Gasphase</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funktionalisierte Textilien - Dentalanwendungen - Kohlenstoff-NP - Gas- und Photosensoren - Verbesserte Bruchfestigkeit - Anti-Graffiti-Beschichtung
20a. Medienformen	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel

21a. Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Skript. - Hartmann, Uwe: Faszination Nanotechnologie, Elsevier/Spektrum Akademischer Verlag: Heidelberg 2006. - Kodas, Toivo T./Hampden-Smith, Mark: Aerosol Processing of Materials, Wiley-VCH: New York, NY u. a. 1999 (Standardwerk). - Rotello, Vincent (Hg.): Nanoparticles. Building Blocks for Nanotechnology, Springer: New York, NY (Nachdruck) 2004. - Schmid, Günter (Hg.): Nanoparticles. From Theory to Application, Wiley-VCH: Weinheim (2. vollständig überarb. und aktual. Auflage) 2010.
22a. Sonstiges	...

Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Partikelmesstechnik und Mechanische Verfahrenstechnik I
19b. Inhalte	<p>1 Elektronenmikroskopie und Rastersondentechniken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) - Rasterelektronenmikroskopie (REM) - Rastertunnelmikroskopie (RTM) - Atomkraftmikroskopie (AFM) - Analytische Elektronenmikroskopie <p>2 Mobilitätsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - In Gasen - In Flüssigkeiten - Nachweis von Adsorptions- und Kondensationsprozessen <p>3 Trägheitsspektroskopie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kaskadenimpaktoren - Einstufige Impaktionsspektrometer - Auftreffgeschwindigkeit - Dichtebestimmung - Schichtdickenbestimmung <p>4 Sorptionsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adsorptionsisothermen - Spezifische Oberfläche - Porengrößenverteilung - Chemisorption - Dispersität von Katalysatoren <p>5 Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photonenkorrelationsspektroskopie (PCS) - Laser-Induced Incandescence (LII) - Raman-Spektroskopie - Fourier-Transformed-Infra-Red-Spectroscopy (FTIR) - Röntgen-Diffraktion (XRD) - Small Angle X-ray Scattering (SAXS) <p>6 Ultraschallextinktion</p> <p>7 Thermogravimetrie (TGA)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Physikalische Desorption - Reaktive Prozesse - Kopplung zu FTIR <p>8 Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Messungen an Hochtemperaturpartikelsynthesereaktoren - Katalytische Kohlenstoffoxidation bei der Regenerierung von Dieselrußpartikelfiltern - Stabilisierung von Nanosuspensionen - Aerosolkatalyse

20b. Medienformen	Präsentation, Gedrucktes Skript, Tafel
21b. Literatur	Skript. Knipping, Jörg: Synthese und Charakterisierung von Nanopartikeln aus Eisen und Eisenoxid, Cuvillier: Göttingen 2007 (Standardwerk). Wautelet, Michel: Nanotechnologie, Oldenbourg: München 2008 (Standardwerk).
22b. Sonstiges	...

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien	MP	8	benotet	100%
2	Charakterisierung von Nanopartikeln				
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		mündliche Prüfung (30 min) bis 19 Teilnehmer, für 20 und mehr Teilnehmer Klausur (60 min)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. A. Weber			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			
Zu Nr. 2:					
29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		mündliche Prüfung (30 min) bis 19 Teilnehmer, für 20 und mehr Teilnehmer Klausur (60 min)			
30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. A. Weber			
31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

1a. Modultitel (deutsch) Nanotechnologie	1b. Modultitel (englisch) Nanotechnology
--	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. F. Endres		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch	
7. LP 4		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Die Studierenden sollen Einblicke in die Herstellung und den Einsatz von nanoskalierten Materialien erhalten. Die Studierenden begreifen grundlegende physikalische und chemische Eigenschaften von Nanopartikeln und nanoskaligen Materialien und erhalten einen vertieften Einblick in wichtige, insbesondere auch elektrochemische Verfahren zu ihrer Herstellung und Charakterisierung. Sie sind in der Lage, ausgesuchte nanoskalige Materialien spezifischen Einsatzmöglichkeiten zuzuordnen und ihre Bedeutung für die Nanotechnologie einzuordnen.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Einführung in nanoskalierte Materialien (Introduction in Nanoscale Materials)	F. Endres	W 8044	V/Ü	3	42 h / 48 h
2	Elektrochemie in ionischen Flüssigkeiten (Electrochemistry in Ionic Liquids)	F. Endres	W 8048	V	1	14 h / 16 h
Summe:					4	56 h / 64 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • natürliche Nanomaterialien • Nanometalle, Nano Halbleiter • Quantenmechanik • Graphen • elektrochemische Verfahren • toxikologische Aspekte • dreidimensionale Nanostrukturen
20a. Medienformen	Tafel, PowerPoint, Skript
21a. Literatur	Gogocij, Yuri (Hg.): Nanomaterials Handbook, CRC Press: Boca Raton/London/New York (2. Auflage) 2017.
22a. Sonstiges	-
Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft
19b. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrochemische Spannungsreihe und Elektrodenpotentiale • Ionische Flüssigkeiten • Potentiostaten und Pulsgeneratoren • Keimbildung und Kristallwachstum • Rastertunnelmikroskopie • Nanostrukturierung mit dem Rastertunnelmikroskop • Elektrochemische Halbleiterabscheidung und in situ Charakterisierung • Elektrochemische Herstellung nanokristalliner Metalle und Komposite
20b. Medienformen	Tafel, PowerPoint, Skript
21b. Literatur	Lorenz, Wolfgang J./Plietz W. (Hg.): Electrochemical Nanotechnology. In Situ Local Probe Techniques at Electrochemical Interfaces, Wiley-VCH: Weinheim u. a. 1998 (Standardwerk).
22b. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Einführung in nanoskalierte Materialien	MP	4	benotet	100 %
2	Elektrochemie in ionischen Flüssigkeiten				
Zu Nr. 1 & 2:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. F. Endres			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

1a. Modultitel (deutsch) Glas in Energie- und Umwelttechnik	1b. Modultitel (englisch) Glass in Energy and Environmental Technology
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. J. Deubener		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch	
7. LP 4		8. Dauer <input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
9. Angebot <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Grundlagen des Einsatzes von Gläsern als aktive und passive Komponenten in der Architektur, dem Fahrzeugbau und in Systemen zur Lichterzeugung, Energiewandlung und -speicherung. Zusammenhänge zwischen Struktur-Eigenschaftsbeziehungen sowie methodisch-analytische Kompetenzen werden vermittelt.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Glas in Energie und Umwelttechnik (Glass in Energy and Environmental Technology)	J. Deubener	S 7822	V	3	42 h / 78 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
19. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Strahlung-Materie-Wechselwirkung • Optische Eigenschaften von Glas • Selektive Reflexion – Selektive Absorption – Frequenzwandlung • Glasoberfläche – Beschichtungstechnologien • "Schaltbare" Gläser – smart windows • Oxidhalbleiter • Ionenbeweglichkeit • Leuchtstoffe • Faserverstärkung
20. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint, Video, J. Deubener: Vorlesungsskript, TU Clausthal
21. Literatur	Deubener, Joachim u. a.: Glasses for Solar Energy Conversion Systems, in: European Ceramic Society – Journal of the European Ceramic Society 29, 7. April 2009, S. 1203-1211.
22. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Glas in Energie und Umwelttechnik	MP	4	benotet	100%
Zu Nr. 1:					
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP	Mündliche Prüfung/ 30 Minuten				
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)	Prof. Dr. J. Deubener				
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen	Teilnahme				

1a. Modultitel (deutsch) Spezielle Technologie der Gläser	1b. Modultitel (englisch) Special Glass Technology
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. J. Deubener		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch	
7. LP 4	8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester		9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Vertiefende Kenntnisse spezieller Prozesse und Technologien im Bereich nichtmetallisch-anorganischer Werkstoffe: Veredlungs- und Recyclingverfahren, spezielle Herstellungsprozesse, Kompetenzen im Bereich Anlagen und Verfahren zur Herstellung und Veredelung von Spezialprodukten auf Basis von Glaswerkstoffen. Kenntnisse zur Werkstoffauswahl, Designkonzepte.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Recycling von Glas (Recycling of Glass)	J. Deubener	W 7839	V	1	14 h / 26 h
2	Veredelung von Glas (Refinement of Glass)	J. Deubener	W 7847	V	2	28 h / 52 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung • Definitionen: Glas, Recycling • Glas in der Ökobilanz • Gesetzgebung • Mehrwegglas • Recycling - Glas als Rohstoff für Glas • Vorteile des Scherbeneinsatzes • Hohlglas - das Beispiel für funktionierendes Recycling • Flachglas und Verbunde mit Flachglas • Spezialgläser und Verbundwerkstoffe • Recycling von Nebenprodukten der Glasherstellung • Glas als inerter Träger für andere Reststoffe • Stäube, Aschen, Schlacken • Verglasung radioaktiver Abfälle
20a. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint, Video, J. Deubener: Vorlesungsskript, TU Clausthal
21a. Literatur	Nickel, Werner (Hg.): Recycling-Handbuch. Strategien – Technologien – Produkte, VDI-Verlag: Düsseldorf 2013.
22a. Sonstiges	-
Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
19b. Inhalte	Floatglas, Glasfestigkeit, Festigkeitsteigernde Veredlungsverfahren, Thermisches Vorspannen, Chemisches Vorspannen, Verbundglas, Isolierglas, Beschichtungen auf Glas, Antireflex, CVD, Tauchsichten, Thermische Bedampfung, Magnetron-Sputtern, Selbstreinigende Schichten, Variable Transmission, Schallschutzverglasung, Brandschutzverglasung
20b. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint, Video, J. Deubener: Vorlesungsskript, TU Clausthal
21b. Literatur	Gläser, Hans Joachim: Dünnschichttechnologie auf Flachglas, Verlag Karl Hofmann: Schorndorf 1999 (Standardwerk).
22b. Sonstiges	Blockveranstaltung am Ende des Semesters

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Recycling von Glas	MP	4	benotet	100%
2	Veredelung von Glas				
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung/ 30 Minuten			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. J. Deubener			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Teilnahme an der Veranstaltung			
Zu Nr. 2:					
29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung/ 30 Minuten			
30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. J. Deubener			
31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Teilnahme an der Veranstaltung			

1a. Modultitel (deutsch) Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen	1b. Modultitel (englisch) Thermodynamics and Kinetics of Solid State Reaction
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Apl. Prof. Dr. H. Schmidt	4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	5. Modulnummer	
6. Sprache Deutsch	7. LP 4	8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Grundlegende und vertiefte Kenntnisse zum Verständnis und zur mathematischen Beschreibung kinetischer Prozesse in Festkörpern. Beschreibung von Festkörperreaktionen an Realsystemen (Ausscheidungsbildung, Oxidation, Sintern, Kriechen etc.).			

Lehrveranstaltungen						
11 .Nr	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV- Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen Thermodynamics and Kinetics of Solid State Reactions	Apl. Prof. H. Schmidt	S 7907	V/Ü	3	42 h / 78 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Materialwissenschaften
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Diffusion in Festkörpern • Homogenreaktionen • Heterogenreaktionen und Schichtwachstum • Keimbildungs- und Wachstumskinetik von Auscheidungen • Diffusionsgesteuerte Verformungsprozesse • Sinterprozesse.
20a. Medienformen	PowerPoint-Foliensammlung
21a. Literatur	<p>Haasen, Peter: Physikalische Metallkunde, Springer Berlin: Berlin (3. Auflage) 1994 (Standardwerk).</p> <p>Kostorz, Gernot: Phase Transformations in Materials, Wiley-VCH: Weinheim u. a. 2001 (Standardwerk).</p> <p>Schmalzried, Hermann: Chemical Kinetics of Phase Boundaries in Solids, Wiley-VCH: Weinheim 1998.</p> <p>... und weitere.</p>
22a. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen	MP	4	benotet	100 %
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur/ 120 Minuten			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Apl. Prof. Dr. Harald Schmidt			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Röntgen- und Neutronenbeugung	1b. Modultitel (englisch) X-Ray and Neutron Diffraction
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik		
3. Modulverantwortliche(r) Apl. Prof. Dr. H. Schmidt	4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	5. Modulnummer
6. Sprache Deutsch	7. LP 4	8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Grundlagen für die Anwendung moderner Beugungsmethoden in der Materialanalytik unter Benutzung von Photonen-(Röntgen und Synchrotron) und Neutronenstrahlung		

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Röntgen- und Neutronenbeugung X-ray and neutron diffraction	Apl. Prof. H. Schmidt	W 7325	v/Ü	3	40 h / 80 h
Summe:					3	40 h / 80 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse der Kristallographie
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen zur Röntgenbeugung • Bragg'sche-Gleichung • Erzeugung von Röntgen, Neutronen und Synchrotronstrahlung • Aufbau von Röntgen-, Neutronen- und Synchrotroninstrumenten für materialanalytische Analysen <ul style="list-style-type: none"> • Qualitative und quantitative Phasenanalyse • Bestimmung kristallographischer Texturen • Messung und Berechnung von Restspannungen • Mikrostrukturanalyse aus Diffraktometerdaten (Korngröße und Defektdichte) • Durchführung eines Röntgenexperiments, Datenauswertung mittels Rietveldmethod
20a. Medienformen	PowerPoint-Präsentation
21a. Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Moderne Röntgenbeugung, Teubner • Röntgenpulverdiffraktometrie, Springer • Neutrons and Synchrotron Radiation in Engineering Materials Science, Wiley
22a. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Röntgen- und Neutronenbeugung	MP	4	benotet	100%
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung/ 30 Minuten			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Apl. Prof. Dr. H. Schmidt			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Teilnahme an mindestens 50% der Vorlesung bzw. Übung			

1a. Modultitel (deutsch) Material- und Mikroanalytik	1b. Modultitel (englisch) Material and Micro Analysis
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. Ursula Fittschen		4. Zuständige Fakultät Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache deutsch	
7. LP 8		8. Dauer <input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
9. Angebot <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
<p>Die Studierenden besitzen spezielle Kenntnisse zur Analytischen Chemie, insbesondere zur Elementspurenanalytik, Mikroanalytik und Materialanalytik nicht und wenig kristalliner Materie mit Röntgenstrahlen. Sie verfügen über ein erheblich erweitertes theoretisches und praktisches Repertoire zur Charakterisierung und Analyse von Materialien insbesondere funktionalen Materialien und solchen die sich durch heterogenen Zusammensetzung von Aggregat-Phasen auszeichnen. Sie haben Kenntnisse über die Elementspeziation, über Trennverfahren und über Datenauswertung. Sie haben Einsicht in die Herausforderungen der Entwicklung neuer Methoden der Analytischen Chemie.</p> <p>Das Modul vermittelt neben Fach- und Methodenkompetenz (Analysefähigkeit, Rhetorik) vermehrt Sozialkompetenz (insbes. Kommunikationsfähigkeit) und Selbstkompetenz (insbes. Engagement, Zeitmanagement).</p>			

Lehrveranstaltungen						
11.Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Instrumentelle Analytik II Instrumental Analysis	Prof. Dr. U. Fittschen	W 3055	V/Ü	3	42 h / 48 h
2	Röntgenbasierte Material und Mikroanalytik X-Ray Based Material and Micro Analysis	Prof. Dr. U. Fittschen	S 3052	V/Ü	2	28 h / 47 h
3	Charakterisierung von Nanomaterialien Characterization of Nano Materials	Prof. Dr. J. Kolny-Olesiak	S 3053	V/Ü	2	28 h / 47 h
Summe:					7	98 h / 142 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1: Instrumentelle Analytik II	
18a. Empf. Voraussetzungen	---
19a. Inhalte	In diesen Vorlesungen werden in erster Linie theoretische Grundlagen zu den verschiedenen Methoden der Spurenanalytik wie der Chromatographie, Elektrophorese, Atomemissionsspektrometrie, Atomabsorptions-Spektrometrie, und der elektrochemischen Methoden vermittelt. Es wird auf die Mikroanalytik und Materialanalytik eingegangen. Dazu gehört auch der Vergleich von Material-analytischen Methoden. Nicht zuletzt wird die Bewertung der Analyseergebnisse im Hinblick auf die Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie behandelt. Die theoretischen Lehrinhalte werden mit Übungen begleitet an Instrumenten und Datensammlungen.
20a. Medienformen	Tafel, Tageslichtprojektor, PowerPoint Präsentation
21a. Literatur	Harris, Daniel C.: Lehrbuch der Quantitativen Analyse, Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg (8. Auflage) 2014. Kellner, Robert u. a. (Hg.): Analytical Chemistry. A Modern Approach to Analytical Science, Wiley-VCH: Weinheim (2. Auflage) 2004. Otto, Matthias: Analytische Chemie, Wiley-VCH: Weinheim (4. überarb. und ergänzte Auflage; 1. Nachdruck) 2014. Schwedt, Georg u. a.: Analytische Chemie. Grundlagen, Methoden und Praxis, Wiley-VCH: Weinheim (3. überarb. und aktual. Auflage) 2017.
22a. Sonstiges	---

Zu Nr. 2: Röntgen basierte Material und Mikroanalytik	
18b. Empf. Voraussetzungen	---
19b. Inhalte	Aufbauend auf die Vorlesung Instrumentelle Analytik werden die Möglichkeiten und Realisierung der Methoden für die mikro- und mikroskopische Analyse von festen und flüssigen Phasen vertieft (Analytik komplexer strukturierter Systeme, Platinen, Sedimente, Energiespeichermaterialien). Methoden die Elementanalytik an nichtkristalliner Materie z.B. Festkörper ermöglichen stehen im Vordergrund. Dies sind in erster Linie Röntgen-basierte Methoden, wie mikro-RFA, und Röntgenspektroskopie (XANES) und ergänzend Elektronensonden (SEM-EDX). Vertiefend wird auf die physikalischen Grundlagen der Röntgenspektrometrie eingegangen (WW mit Materie, Absorption, Ionisation, Fluoreszenz, Beugung und Brechung). Besonderes Augenmerk wird auf die besonderen Anforderungen der Spezies (Oxidationsstufe, Gegenionen, Liganden) auf die Bestimmung von Elemente über Phasengrenzen hinweg vermittelt. Die theoretischen Lehreinheiten werden mit Übungen begleitet sowie an Instrumenten und Datensammlungen.
20b. Medienformen	Tafel, Tageslichtprojektor, PowerPoint Präsentation
21b. Literatur	Klockenkämper, Reinhold/von Bohlen, Alex: Total-Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods, Wiley: Hoboken, NJ (2. Auflage) 2015. Van Grieken, René E./Markowicz, Andrzej A.: Handbook of X-Ray Spectrometry, Marcel Dekker: New York, NY u. a. (2. Auflage) 2002 (Standardwerk).
22b. Sonstiges	---
Zu Nr. 3: Charakterisierung von Nanomaterialien	
18c. Empf. Voraussetzungen	---
19c. Inhalte	Diese Vorlesung gibt einen Überblick über die besonderen Eigenschaften von Nanokristallen und die Methoden der Charakterisierung von nanostrukturierten Materialien bezüglich ihrer Größe, Form, Zusammensetzung, Oberflächeneigenschaften und kristallographischer Struktur. Die folgenden Methoden werden in der Vorlesung vorgestellt und im Hinblick auf die Möglichkeiten der Charakterisierung von Nanomaterialien diskutiert: Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), energiedispersiver Röntgenspektrometrie (EDX), Pulverröntgendiffraktometrie (XRD), Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS), UV-Vis Absorptions- und Emissionsspektroskopie. Die theoretischen Lehreinheiten werden mit Übungen begleitet.
20c. Medienformen	Tafel, Tageslichtprojektor, PowerPoint Präsentation

21c. Literatur	<p>Fultz, Brent/Howe, James: Transmission Electron Microscopy and Diffractometry of Materials, Springer: Berlin u. a. (4. Auflage) 2013.</p> <p>Suga, Shigemasa/Sekiyama, Akira: Photoelectron Spectroscopy: Bulk and Surface Electronic Structures, Springer: Berlin u. a. 2014.</p> <p>Williams, David B./Carter, C. Barry (Hg.): Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Springer: New York (2. Auflage) 2009.</p> <p>Übersichtsartikel aus der aktuellen Fachliteratur (z. B. in Chem Soc Rev, Chem Rev, Adv Mater).</p>
22c. Sonstiges	---

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1, 2, 3	Instrumentelle Analytik, Röntgen basierte Material und Mikroanalytik, Charakterisierung von Nanomaterialien	MP	8	benotet	100 %
Zu Nr. 1, 2, 3:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung (45 Minuten)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. U. E. A. Fittschen			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Festkörperchemie	1b. Modultitel (englisch) Solid State Chemistry
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Apl. Prof. Dr. M. Gjikaj		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch	
7. LP 4	8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester		9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Die Studierenden werden in die Lage versetzt Strukturen, Stoff- und Materialeigenschaften mit der chemischen Bindung in Festkörper zu erklären und zu evaluieren.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Festkörperchemie (Solid State Chemistry)	Apl. Prof. M. Gjikaj	S 3030	V/Ü	3	48 h / 72 h
Summe:					3	48 h / 72 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Chemie, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.
19a. Inhalte	Aufbauend auf der chemischen Vorlesung des Bachelor-Studienganges werden Themen wie die Symmetrie als Ordnungsprinzip für Kristallstrukturen; Struktur, Energie und chemische Bindung; die effektive Größe von Atomen und Ionen; Element-, Ionen- und Molekülstrukturen; MO-Theorie und chemische Bindung in Festkörpern sowie Struktur-Eigenschaftsbeziehungen behandelt. In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung anhand von Aufgaben vertieft.
20a. Medienformen	Tafel, Folien, Skript
21a. Literatur	Evans, Robert Crispin: Einführung in die Kristallchemie, de Gruyter: Berlin u. a. 1976 (Standardwerk). Krebs, Heinz: Grundzüge der Anorganischen Kristallchemie, Enke Verlag: Stuttgart 1968 (Standardwerk). Wells, Alexander F.: Structural Inorganic Chemistry, Oxford University Press: Oxford (5. Auflage) 2012. West, Anthony R.: Grundlagen der Festkörperchemie, VCH: Weinheim u. a. 1992 (Standardwerk).
22a. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Festkörperchemie	MP	4	benotet	100 %
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur/ 120 Minuten (Alternativ: 30-minütige mündliche Prüfung)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Apl. Prof. Dr. rer. nat. M. Gjikaj			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Organische Materialchemie	1b. Modultitel (englisch) Organic Materials Chemistry
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M.Sc. Chemie (Wahlpflichtmodul „Fachgebiet 1“), M.Sc. Energie und Materialphysik (Wahlpflichtmodul)			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. R. Wilhelm		4. Zuständige Fakultät Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch, Englisch	
7. LP 8		8. Dauer [] 1 Semester [X] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Die Studierenden besitzen nach Absolvierung dieses Moduls ein vertieftes Wissen und ein weitergehendes Verständnis der organischen Chemie hinsichtlich der Darstellung, der Modifizierung, der Anwendungsgebiete und des Recyclings organischer Materialien und organischer Biomaterialien. Sie verstehen die molekularen Grundlagen der Materialeigenschaften sowie die ihnen zugrunde liegenden intermolekularen Wechselwirkungen. Sie sind in der Lage, in Seminarvorträgen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Organischen und Bioorganischen Materialchemie zu vermitteln, die dazu benötigten Literaturstellen selbstständig zu identifizieren, im jeweiligen fachlichen Kontext zu werten und zu nutzen. Das Modul vermittelt neben Fachkompetenz auch Methoden- und Systemkompetenz.	

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Angewandte Organische Materialchemie (Applied Organic Materials Chemistry)	Prof. Dr. R. Wilhelm	W 3136	V	2	28 h / 62 h
2	Organic Biomaterials (Organische Biomaterialien)	Prof. Dr. A. Schmidt	W 3127	V	2	28 h / 62 h
3	Seminar for Organic Materials (Seminar zur organischen Materialchemie)	Prof. Dr. R. Wilhelm	W 3175	S	2	28 h / 62 h
Summe:					6	84 h / 186 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	---
19a. Inhalte	Molekulare Grundlagen der organischen Materialchemie Farbstoffe, Chromophore Supramolekulare Grundlagen Dendrimere Catenane Rotaxane Photochemische Grundlagen der Informationsspeicherung Fullerene Graphene Carbon Nanotubes Organische Speichermaterialien und Anwendungen OLEDs Magnetische Materialien Elektrisch leitfähige Organische Materialien Halbleiter Funktionelle Polymere
20a. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint
21a. Literatur	Reviews aus aktuellen Forschungszeitschriften.
22a. Sonstiges	./.
Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	
19b. Inhalte	<p>The purpose of this lecture is to provide for students an overview dealing with (bio)organic materials from natural sources, their chemical modifications and applications, as the field of biomaterials has grown considerably during the last decades. Seemingly, the term "biomaterials" is not well-defined . On the one hand, experiences gained in clinical uses of materials, the replacement of diseased or missing body parts by man-made materials, and tissue-engineering, on the other hand structure-properties relationships and degradation of materials are portions of that field. We, however, put a strong emphasis on the organic and biochemical aspects to understand the fundamentals of biomaterials and biopolymer research.</p> <p>Chapter I deals with peptide- and protein-based materials including peptide-nanomaterials, stimulus-responsive peptide-based materials, coiled coils, synthetic collagen mimics, and spider silk related materials.</p> <p>Chapters II to IV cover portions of carbohydrate-based materials (cellulose, starch, functional polymers from sugars, glyconanomaterials), polyketide-based materials, and modified nucleic</p>
20b. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint
21b. Literatur	Park, Joon/Lakes, R. S.: Biomaterials. An Introduction, Springer New York: New York, NY (3. überarb. Auflage) 2010.
22b. Sonstiges	./.

Zu Nr. 3:	
18c. Empf. Voraussetzungen	
19c. Inhalte	Im Seminar halten die Studenten Literaturvorträge über aktuelle Themen der Organischen Materialchemie
20c. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint
21c. Literatur	Reviews aus aktuellen Forschungszeitschriften.
22c. Sonstiges	./.

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Art	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1 & 2	Angewandte Organische Materialchemie Organic Biomaterials	MP	6	benotet	100 %
3	Seminar	LN	2	unbenotet	0 %
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung (45 Minuten)			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. R. Wilhelm			
31. Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Biophysikalische Chemie	1b. Modultitel (englisch) Biophysical Chemistry
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. D. Johannsmann		4. Zuständige Fakultät Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
6. Sprache deutsch	7. LP 4	8. Dauer [] 1 Semester [X] 2 Semester	9. Angebot [] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Die Studierenden gewinnen einen ersten Eindruck von Biophysikalischer Chemie und setzen diese Kenntnisse in einen Bezug zu anderen Teilen der Natur- und Ingenieurwissenschaften. Sie reflektieren den Begriff der Komplexität im Kontext der Biologie, aber auch in sozialen Systemen und Computer-Algorithmen. Sie lernen am Beispiel der Biophysikalischen Chemie die übergreifende Bedeutung von Interdisziplinarität kennen. Die Studierenden werden darüber hinaus angeregt, zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich zu antizipieren und sich über die Implikationen für Technik und Gesellschaft Gedanken zu machen.			
Es werden überwiegend Fach- und Querschnittskompetenzen vermittelt, aber auch Methodenkompetenz und im Praktikum auch Sozialkompetenzen durch Arbeiten in Teams.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Biophysikalische Chemie (Biophysical Chemistry)	Prof. Dr. D. Johannsmann	W 3216	V	2	28 h / 62 h
2	Praktikum Biophysikalische Chemie (Internship Biophysical Chemistry)	Prof. Dr. D. Johannsmann	W/S 3265	P	1	15 h / 15 h
Summe:					3	43 h / 77 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	---
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Makromoleküle <ul style="list-style-type: none"> ○ Struktur und Eigenschaften im Wechselspiel mit Wasser ○ Hydratation ○ inter- u. intramolekulare Wechselwirkungen • Bio- und Modellmembranen <ul style="list-style-type: none"> ○ Molekulare Ordnung und Dynamik in Lipidschichten ○ Elastische und elektrische Eigenschaften von Lipidschichten und Membranen ○ Stofftransport durch biologische Membranen ○ Membranmodellsysteme • Grundlagen der Enzymkinetik
20a. Medienformen	Tafel, Folien, PowerPoint
21a. Literatur	Diverse Lehrbücher und Monographien der Physikalischen Chemie.
22a. Sonstiges	---
Zu Nr. 2:	
18b. Empf. Voraussetzungen	
19b. Inhalte	
20b. Medienformen	
21b. Literatur	
22b. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Biophysikalische Chemie	MP	3	ben.	100%
2	Praktikum Biophysikalische Chemie	LN	1	unben.	0%
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. D. Johannsmann			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			
Zu Nr. 2:					
29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Praktische Arbeit, Durchführung der Versuche, Anfertigung von Protokollen			
30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. D. Johannsmann			
31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Lasersensoren	1b. Modultitel (englisch) Laser Sensors
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
Master Maschinenbau, Master Informatik, Master Energiesystemtechnik, Master Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Christian Rembe		4. Zuständige Fakultät Maschinenbau, Mathematik und Informatik	
5. Modulnummer		6. Sprache	
7. LP	8. Dauer	9. Angebot	
Englisch (Deutsch nur, wenn dies alle Studierenden im Kurs wünschen)	[x] 1 Semester [] 2 Semester	[] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig	
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls After successful completion of the module the students know			
<ol style="list-style-type: none"> 1. the basics of laser sensors as well as basics of radar sensors, 2. their importance in the various fields of engineering and natural sciences, 3. the physics of electromagnetic radiation and the interaction with matter, 4. the Doppler effect with electromagnetic radiation 5. the functioning of basic optical elements 6. the fundamental aspects of laser physics, 7. the functioning of photodiodes and 8. have an overview of different laser sensors. <p>In addition, the students can</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. design photodetector circuits, 2. evaluate and select laser sensors for simple applications 3. optimize the signal-to-noise ratio of laser sensors by design parameters <p>Furthermore the students know</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. in which different detection methods, which can be realized in baseband or with carrier methods, differ, 2. how distance or speed measurements with radar or laser light work and how the systems are to be evaluated with regard to their suitability for different applications and 3. how sensors can be realized and researched in depth within the scope of a master thesis and 4. the importance of laser and radar sensors in distance measurement, speed measurement and experimental vibration analysis 			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV- Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Laser Sensors	Prof. Rembe	W 8909	4 V/Ü	4	56 h / 124 h
Summe:					4	180

Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Bachelor-Abschluss in einem ingenieurwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlichen Fach, Modul Messtechnik und Sensorik, Modul Fertigungsmesstechnik (Vorlesungsteil Optikgrundlagen und optische Komponenten), sehr großes Interesse an dem Thema, da die Lehrveranstaltung auf eine Masterarbeit oder Promotion auf diesem Gebiet vorbereiten soll und daher anspruchsvoll in die Tiefe der Thematik geht.
19a. Inhalte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Theory of electromagnetic radiation (classical wave propagation and quantum behavior) 2. Theory of interaction between electromagnetic radiation with matter 3. Radar technology 4. Radar sensors and radar-sensor applications 5. Laser physics and laser technology 6. Optical semiconductor components (photo detectors and laser diodes) 7. Photodetector and laser drive circuits 8. Laser sensors (focus on position and displacement measurement) 9. Laser Doppler technique 9. Broadband vibration, velocity and strain measurement with laser sensors 10. Introduction to holography
20a. Medienformen	Tafel, Folien, Übungsaufgaben (Lösungen werden vorgerechnet), Versuche in der Übung
21a. Literatur	<p>Richard Feynman, Vorlesungen der Physik Elektromagnetismus und Struktur der Materie: Oldenbourg Verlag, 2007</p> <p>Jürgen Göbel, Radartechnik, VDE Verlag, 2011</p> <p>Amon Yariv, Pochi Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, Oxford University Press, 2006</p> <p>Bahaa Saleh, Malvin Teich, Grundlagen der Photonik, John Wiley, 2008</p> <p>Manfred Hugenschmidt, Lasermesstechnik, Springerverlag, 2006</p> <p>Wolfgang Demtröder, Laserspektroskopie 1, Springerverlag, 2014</p> <p>Wolfgang Demtröder, Laserspektroskopie 2, Springerverlag, 2013</p>
22a. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Laser Sensors	MP	6	benotet	100%
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr.-Ing. C. Rembe			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

1a. Modultitel (deutsch) Funk- und Mikrosensorik mit Praktikum	1b. Modultitel (englisch) Radio and Micro Sensors with Laboratory
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen

M.Sc. Maschinenbau, M.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik, M.Sc. Intelligent Manufacturing (mit der Option Double Degree)

3. Modulverantwortliche(r) Prof. Christian Rembe		4. Zuständige Fakultät Maschinenbau, Mathematik und Informatik	5. Modulnummer
6. Sprache Deutsch	7. LP 6	8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig

10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden

- die Grundlagen der Funksensorik,
- verschiedene Funksensornetze und Datenprotokolle,
- die Verfahren des Energy Harvesting und
- die Grundlagen der Mikrosystemtechnik.

Außerdem können die Studierenden

- die richtigen Funknetzlösungen für ein Sensornetzwerk aussuchen,
- eine einfache Kommunikation zwischen Funksensoren selber herstellen und
- die Prozessschritte für die Herstellung von Mikrosensoren auswählen.

Die Studierenden wissen

- wie Silizium-Mikrosensoren hergestellt werden,
- welche Möglichkeiten die Mikrosensorik mit Funkdatenübertragung für die Digitalisierung bietet,
- wie ein Funksensor funktioniert und entwickelt wird und
- wie im Rahmen einer Masterarbeit entsprechende Sensoren realisiert und tiefgehend erforscht werden können.

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Funk- und Mikrosensorik mit Praktikum (Radio and Micro Sensors with Laboratory)	Prof. Rembe	W 8931	4 V/Ü/P	4	56 h / 124 h
Summe:					4	56 h / 124 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Bachelor-Abschluss in einem ingenieurwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlichen Fach, Modul Messtechnik und Sensorik
19a. Inhalte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Motivation für Funk- und Mikrosensoren: Digitalisierung der Industrie 2. Grundlagen der Mikrosystemtechnik (insb. chemische Grundlagen) 3. Siliziummikromechanik (Unterscheidung von Oberflächenmikromechanik, Bulk-Mikromechanik und Deep Reactive Ion Etching, Beschichtungsverfahren, Lithographie, Aufbau- und Verbindungstechnik). 4. Beispiele von Siliziummikrosensoren (Drucksensor, Beschleunigungssensor, Drehratesensor) 5. Übersicht über alternative Mikrotechnik-Verfahren wie LIGA, Mikro-3D-Druck, Mikro-Spritzguß oder Microassembly 6. Polymermikrosensoren (Grundlagen und Herstellung) 7. Aufbau eines Polymersensors im CZM-Reinraum im Rahmen eines Praktikums 8. Beschreibung von Sensorsignalen mit Rauschen (Stochastische Prozesse, Ergodizität, Energie- und Leistungssignale, Auto- und Kreuzkorrelation von Energie- und Leistungssignalen, spektrale Darstellung von Signalen, Spektrale Leistungsdichte, Spektrumanalysator) 9. Übungsaufgaben zu Signale und Rauschen und Diskussion der Lösungen im Rahmen der Übung. 10. Aktive Funksensorik, Unterscheidung zu passiven Funksensoren, Aufbau eines aktiven Funksensors und seine Komponenten 11. Grundlagen der Funknetzwerktechnik (ISM-Bänder, ISO-OSI-Modell der Informationstechnik, Zugriffsverfahren beim Data-Link-Layer, FHSS und DSSS für die Spread Spectrum-Übertragung, Funknetzwerke WLAN, Bluetooth, Zigbee, EnOcean und 5G) 12. Energy Harvesting (Wandlungsmechanismen; Funktionsweise Solarzelle, thermoelektrische Generatoren, mechanische Generatoren, und Nutzung von elektromagnetischen Feldern) 13. Realisierung und Programmierung eines Funksensormoduls mit WLAN-Anbindung im Rahmen der Übung
20a. Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> - Tafel - Folien - Übungsaufgaben (Lösungen werden vorgerechnet)
21a. Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Büttgenbach, Stephanus: Mikrosystemtechnik. Vom Transistor zum Biochip, Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg 2016. - Puente León, Fernando/Kiencke, Uwe: Messtechnik. Systemtheorie für Ingenieure und Informatiker, Springer Vieweg: Berlin u. a. (9. überarb. Auflage) 2012. - Tränkler, Hans-Rolf (Hg.): Sensortechnik. Handbuch für Praxis und Wissenschaft, Springer Vieweg: Berlin u. a. (2. völlig neu bearb. Auflage) 2014.
22a. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Funk-und Mikrosensorik mit Praktikum	MP	6	benotet	100%
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Schriftliche Prüfung (Klausur 90 Minuten) bei über 15 Prüfungsanmeldungen. Mündliche Prüfung (30 Minuten) bis 15 Prüfungsanmeldungen			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr.-Ing. C. Rembe			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen	1b. Modultitel (englisch) Battery Systems Technology and Fuel Cells
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen Energiesystemtechnik, Energietechnologien, Energie- und Materialphysik, Maschinenbau/Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen, Verfahrenstechnik, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Sportingenieurwesen			
3. Modulverantwortliche(r) Dr.-Ing. Ralf Bengler		4. Zuständige Fakultät Energie und Wirtschaftswissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache deutsch	
7. LP 4		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Ziel dieser Veranstaltung ist der Erwerb von grundlegendem Wissen über die Nutzung und den Betrieb von Batteriesystemen und Brennstoffzellen im Rahmen verschiedener Anwendungen. Die Studierenden verstehen die Zusammensetzung und Funktion von Batterien und Brennstoffzellen sowie Systemlösungen auf technischer Ebene. Die vermittelten Fach- und Systemkompetenzen erstrecken sich auf alle Aspekte solcher Systeme über ihre gesamte Lebensdauer.	

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen (Battery Systems Technology and Fuel Cells)	Dr.-Ing. Ralf Bengler	W8816	2 V / 1 Ü	3	42 h / 78 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	<p>Grundlagen E-Technik</p> <p>Thermodynamik</p> <p>Phys. Chemie</p>
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Batterien und Brennstoffzellen • Grundlegende Begriffsdefinitionen; Einsatzbereiche von Akkumulatoren und Brennstoffzellen; Beschreibung und Einordnung von Systemen • weitere Energiespeichersysteme • Elektrochemische Grundlagen • Reaktionsabläufe und ihre Auswirkungen; Materialumsätze; Auswirkung der chemischen Umwandlungen auf Volumen, Leitfähigkeit, Temperatur • Verschaltungen von Batterien und Brennstoffzellen • Auswirkungen verschiedener Verschaltungsvarianten auf Gesamtsysteme und deren Komponenten • Grundlagen zur Modellbildung • Aufgaben und Ansätze verschiedener Modelle; Darstellung relevanter Phänomene durch elektrische Ersatzschaltbildelemente • Laden und Entladen • Ladeverfahren; Optimierung der Betriebsbedingungen • Zustandsbestimmung und Überwachung • Überwachung und Kontrolle; Fehlerdiskussion von mehrzelligen Batterien anhand geeigneter Ersatzschaltbilder; Alterung und Lebensdauer; Sicherheitsfragen • Planung, Auslegung und Auswahl von Systemen • Dimensionierung anhand verschiedener Kriterien; Einfluss der Betriebsbedingungen • Exkursion im Rahmen der Veranstaltung zu Johnson Controls oder anderen Batterieherstellern bzw. OEM (Besichtigung der Fertigung und Gespräch mit Experten)
20a. Medienformen	PPT, Tafel, Video, Datenblätter
21a. Literatur	<p>Skript (in Vorbereitung, noch PowerPoint).</p> <p>Standardliteratur aus dem Bereich Batterietechnik und Akkumulatoren.</p> <p>Hamann, Carl H./Vielstich, Wolf: Elektrochemie, Wiley-VCH: Weinheim (4. vollständig überarb. und aktual. Auflage) 2005 (Standardwerk).</p> <p>Korthauer, Reiner (Hg.): Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg: Berlin u. a. 2013.</p> <p>Sterner, Michael/Stadler, Ingo (Hg.): Energiespeicher. Bedarf, Technologien, Integration, Springer Vieweg: Wiesbaden (2. korr. und ergänzte Auflage) 2017.</p> <p>Wenzl, Heinz: Batterietechnik. Optimierung der Anwendung – Betriebsführung – Systemintegration, expert-Verlag: Renningen-Malmsheim 2002.</p>
22a. Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> • Besuch / Besichtigung Batterietestzentrum am Forschungszentrum Energiespeichertechnologien in Goslar

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen	MP	4	benotet	100
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündlich			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Dr.-Ing. Ralf Bengler			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		-			

1a. Modultitel (deutsch) Regenerative elektrische Energietechnik	1b. Modultitel (englisch) Regenerative Electric Energy Technology
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Dr.-Ing. J. Jahn	4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	5. Modulnummer	
6. Sprache Deutsch	7. LP 4	8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Die Vorlesung soll die Studenten in die Lage versetzen, die Eigenschaften der einzelnen erneuerbaren Technologien zu verstehen und damit für standortspezifische Bedingungen die effizienteste Technologie sowie die Grundbedingungen für einen Netzanschluss zu bestimmen.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Regenerative elektrische Energietechnik (Regenerative Electric Energy Technology)	Dr.-Ing. J. Jahn	W 8818	2 V / 1 Ü	3	42 h / 78 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Grundlagen der Elektrotechnik
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Geothermie & Wasserkraft • Biomassennutzung • Konzentrierte Solarthermie • Photovoltaik • Windenergienutzung • Netzintegration
20a. Medienformen	Vorlesungsfolien, Skript
21a. Literatur	<p>Gasch Robert/Twele, Jochen (Hg.): Windkraftanlagen. Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Springer Vieweg: Wiesbaden (9. überarb. und erweit. Auflage) 2016.</p> <p>Giesecke, Jürgen/Heimerl, Stephan/Mosonyi, Emil: Wasserkraftanlagen. Planung, Bau und Betrieb, Springer Vieweg: Berlin u. a. (6. aktual. Und erweit. Auflage) 2014.</p> <p>Hau, Erich: Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Vieweg: Berlin u. a. (6. Auflage) 2016.</p> <p>Mertens, Konrad: Photovoltaik. Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag: München (4. aktual. Auflage) 2018.</p> <p>Quaschnig, Volker: Regenerative Energiesysteme. Technologie – Berechnung – Simulation, Carl Hanser Verlag: München (9. aktual. und erweit. Auflage) 2015.</p> <p>Reich, Gerhard/Reppich, Marcus: Regenerative Energietechnik. Überblick über ausgewählte Technologien zur nachhaltigen Energieversorgung, Springer Vieweg: Wiesbaden (2. Auflage) 2018.</p> <p>Stober, Ingrid/Bucher, Kurt: Geothermie, Springer Spektrum: Berlin u. a. (2. überarb. und aktual. Auflage) 2014.</p> <p>Wesselak, Viktor: Regenerative Energietechnik, Springer Vieweg: Berlin u. a. (2. erweiterte und vollständig neu bearb. Auflage) 2013.</p>
22a. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Regenerative elektrische Energietechnik	MP	4	benotet	100%
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Dr.-Ing. J. Jahn			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		-			

1a. Modultitel (deutsch) Einführung in die Festkörpertheorie	1b. Modultitel (englisch) Introduction to Solid State Theory
--	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik [Wahlpflichtmodul außerhalb der Kompetenzgebiete]			
M.Sc. Energie und Materialphysik [Wahlpflichtmodul außerhalb der Kompetenzgebiete]			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. P. Blöchl		4. Zuständige Fakultät Natur- und Materialwissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache Englisch	
7. LP 8		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls	
Students will become familiar with the basic concepts of the theoretical description of non-interacting particles in solid state physics.			

Lehrveranstaltungen						
11 .Nr	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV- Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Einführung in die Festkörpertheorie (Introduction to Solid State Theory)	P. Blöchl	W 2403	V	4	56 h / 94 h
2	Übungen zur Einführung in die Festkörpertheorie (Exercises for the Introduction to Solid State Theory)	P. Blöchl and Tutors	W 2411	Ü	2	28 h / 62 h
Summe:					6	84 / 156 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1 & 2:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Theoretical physics of classical mechanics, quantum mechanics, and statistical thermodynamics.
19a. Inhalte	Separation of electron and nuclear dynamics, non-adiabatic effects. Electronic structure of non-interacting electrons, band structure. Boltzmann equation. Phonons, phonon scattering.
20a. Medienformen	black-board, beamer, lecture notes
21a. Literatur	Blöchl, Peter E.: PhiSX – Advanced Topics to Theoretical Physics. Introduction to Solid-State Theory, 2019, https://www2.pt.tu-clausthal.de/atp/phix.html
22a. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Introduction to Solid State Theory	MP	8	ben.	100 %
2	Exercises to the Introduction to Solid State Theory				
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP	Written examination (90 min)				
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)	Prof. Dr. P. Blöchl				
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen	none				

1a. Modultitel (deutsch) Theorie und Praxis von Dichtefunktionalrechnungen	1b. Modultitel (englisch) Hands-on Course in Density- Functional Calculations
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik [Wahlpflichtmodul außerhalb der Kompetenzgebiete] M.Sc. Energie und Materialphysik [Wahlpflichtmodul außerhalb der Kompetenzgebiete]			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. P. Blöchl		4. Zuständige Fakultät Natur- und Materialwissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache Englisch	
7. LP 8		8. Dauer <input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
9. Angebot <input type="checkbox"/> jedes Semester <input checked="" type="checkbox"/> jedes Studienjahr <input type="checkbox"/> unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Students will be able to perform first-principles calculation based on Density Functional Theory, to understand the results and to judge the accuracy. They will have a basic knowledge of the underlying methods. They will know simple methods of anticipating and describing electronic and atomic structure and chemical bonds.	

Lehrveranstaltungen						
11 .Nr	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Theorie und Praxis von Dichtefunktionalrechnungen (Hands-on Course in Density-Functional Calculations)	P. Blöchl	S 2415	V/Ü	6	84 h / 156 h
Summe:					6	84 h / 156 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Action principle and Lagrangian formulation of classical mechanics, quantum mechanics, bra-ket notation, plane waves, reciprocal lattice, Bloch theorem, hydrogen atom, basic notion of chemical bonding, familiarity with computers.
19a. Inhalte	Theoretical background of first-principles calculations, interpretation of electronic structure, first-principles molecular dynamics and electronic structure of molecules and solids
20a. Medienformen	Lecture notes, slides, tutorial for practical exercises
21a. Literatur	Blöchl, Peter E.: Theory of First-Principles Calculations, Eigenverlag. Blöchl, Peter E./Schade, R.: CP-PAW Hands-On Course on First Principles Calculations: Tutorial, Eigenverlag. Blöchl, Peter E.: PhiSX- Quantum Mechanics of the Chemical Bond, 2019, Eigenverlag, https://www2.pt.tu-clausthal.de/atp/phisx.html
22a. Sonstiges	The number of participants is restricted. Timely registration and admission is required. This two-week block course takes place at Gottingen University. It consists of lectures, practical exercises, guided projects, seminar, and self study.

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Theorie und Praxis von Dichtefunktionalrechnungen	MP	8	benotet	100%
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Seminar presentation (15-30 min) or report or oral examination (30 min) (Decision by the examiner.)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. P. Blöchl			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) International Teaching Staff Week of Simulation in Material Sciences	1b. Modultitel (englisch) International Teaching Staff Week of Simulation in Material Sciences
--	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Jun. Prof. Dr. Nina Merkert		4. Zuständige Fakultät Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch	
7. LP 4		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> - verstehen die Grundlagen des parallelen Rechnens - sind in der Lage, erste parallele Programme für verschiedene Zielarchitekturen zu erstellen - können atomistische Modellierungstechniken beschreiben und die allgemeine Methode der Molekulardynamik skizzieren - können wichtige Materialeigenschaften aus atomistischen Simulationen ableiten - verstehen die Grundlagen der Kontinuumsmechanik und der Materialtheorie mit Anwendung auf elastisch, viskoelastisch und elasto-plastisch deformierbare Festkörper - können numerische Verfahren zur Lösung von Randwertproblemen nutzen - verstehen den Zusammenhang zwischen Simulationsergebnissen und Inputparametern und können deren Gültigkeit bewerten 			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	International Teaching Staff Week of Simulation in Material Sciences	Jun. Prof. Dr. N. Merkert	W 8003	V/Ü	3	42 h / 78 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18. Empf. Voraussetzungen	Grundkenntnisse in den Gebieten der Materialwissenschaften und in Computersimulationsmethoden
19. Inhalte	<p>Blockkurse zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hochleistungsrechnen für die physikalische Modellierung und Simulation in den Materialwissenschaften: Shell-Skripting, Parallele Programmierung, GPU-Computing - Atomistische Simulationen in den Materialwissenschaften: Interatomare Potentiale, Randbedingungen, Integratoren, Thermodynamische Ensembles, Thermo-/Barostate, Energieminimierung - Kontinuumsmechanik-Modellierung von Materialien: Mechanische Belastung in Kontinuum-Festkörpern, Elastizitätstheorie, Randbedingungen, Inelastisches Materialverhalten, Materialmodelle für Flüssigkeiten und Festkörper, Modellierung mit Finiten Elementen
20. Medienformen	Elektronisch abrufbare Präsentationen, Smartboard
21. Literatur	<p>Altenbach, Johannes/Altenbach, Holm: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner: Stuttgart 1994 (Standardwerk).</p> <p>Frenkel, Daan/Smit, Berend: Understanding Molecular Simulation. From Algorithms to Applications, Academic Press: San Diego, Calif. u. a. (2. Auflage, 2. Nachdruck) 2009.</p> <p>Griebel, Michael/Knapek, Stephan/Zumbusch, Gerhard: Numerical Simulation in Molecular Dynamics. Numerics, Algorithms, Parallelization, Applications, Springer: Berlin u. a. 2007.</p> <p>Holzapfel, Gerhard A.: Nonlinear Solid Mechanics. A Continuum Approach for Engineering, Wiley: Chichester u. a. (Nachdruck) 2010.</p> <p>Jensen, Frank: Introduction to Computational Chemistry, Wiley: Chichester u. a. (3. Auflage) 2017.</p> <p>Leach, Andrew R.: Molecular Modelling. Principles and Applications, Pearson/Prentice Hall: Harlow u. a. (2. Auflage, 12. Nachdruck) 2009.</p> <p>Quinn, Michael Jay: Parallel Programming in C with MPI and OpenMPI, McGraw-Hill: Boston, Mass. u. a. (international Ausgabe, Nachdruck) 2008.</p>
22. Sonstiges	./.

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltung	25. P.-Art	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	International Teaching Staff Week of Simulation in Material Sciences	MP	4	benotet	100 %
Zu Nr. 1:					
29. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Mündliche Prüfung (45 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)			
30. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Jun. Prof. Dr. N. Merkert			
31. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Summer School: Renewable Resources	1b. Modultitel (englisch) Summer School: Renewable Resources
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Dr. Leif Steuernagel		4. Zuständige Fakultät Fakultät 1	
5. Modulnummer		6. Sprache Englisch	
7. LP 4		8. Dauer [x] 1 Semester [] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig			
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Die Studierenden erhalten durch die stattfindenden (Experimental-)Vorlesungen einen umfassenden Überblick zum Thema Nachwachsende Rohstoffe und ihre Verarbeitung, Grenzflächenphänomene sowie zur Herstellung von Faserverbundbauteilen und können Zusammenhänge zwischen Material und Anwendung nennen und anwendungsspezifische Besonderheiten erfassen. Durch praktische Anwendung der Kenntnisse werden für vorgegebene Produkte Konstruktions- und Herstellungsmöglichkeiten erschlossen. Die final hergestellten Anwendungsbeispiele werden durch die Studierenden einem realen Anwendungstest unterzogen und gegeneinander evaluiert. Die Teamarbeit fördert soziale und durch die Beteiligung Studierender aus ausländischen Hochschulen auch interkulturelle Kompetenzen.			
Die Veranstaltung wird ausschließlich in englischer Sprache durchgeführt.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Summer School: Renewable Resources	L. Steuernagel	S 7959	V/P	3	42 / 78 h
Summe:					3	42 / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	B.Sc. Abschluss in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik oder vergleichbarer, material- oder werkstofflastiger Studiengang
19a. Inhalte	<p>Aufbau, Struktur und Materialbesonderheiten von Nachwachsenden Rohstoffen mit Schwerpunkt auf Faserpflanzen und Holz</p> <p>Chemisch/physikalische Oberflächenmodifizierung von Nachwachsenden Rohstoffen</p> <p>Konstruktion und Anfertigung von Produkten auf Basis Nachwachsender Rohstoffe</p>
20a. Medienformen	Tafel, PowerPoint-Präsentationen, Filmsequenzen, Handouts, Vorlesungsübertragungen, Anwendungsversuche
21a. Literatur	<p>AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe (Hg.): Handbuch Faserverbundkunststoffe/Composites. Grundlagen, Verarbeitung, Anwendungen, Springer Vieweg: Wiesbaden (4. Auflage) 2014.</p> <p>CELC European Scientific Committee (Hg.): Flax and Hemp Fibres. A Natural Solution for the Composite Industry, JEC Composites: Paris 2012.</p> <p>Diepenbrock, Wulf: Nachwachsende Rohstoffe, Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart 2014.</p> <p>Kaiser, Wolfgang: Kunststoffchemie für Ingenieure. Von der Synthese bis zur Anwendung, Carl Hanser Verlag: München (4. neu bearb. und erweit. Auflage) 2016.</p> <p>Müssig, Jörg (Hg.): Industrial Application of Natural Fibres. Structure, Properties and Technical Applications, Wiley: Chichester u. a. 2010.</p> <p>Stevens, Christian V. (Hg.): Renewable Bioresources. Scope and Modification for Non-Food Applications, Wiley: Chichester u. a. 2004.</p>
22a. Sonstiges	Die Veranstaltung wird ausschließlich in englischer Sprache durchgeführt.

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Summer School: Renewable Resources	MP	4	benotet	100%
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Seminarleistung / Bericht über Seminartätigkeit-			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Dr. Leif Steuernagel			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Programmierpraktikum	1b. Modultitel (englisch) Practical Programming Course
---	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen M.Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. Holger Fritze		4. Zuständige Fakultät Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch, Englisch	
7. LP 4	8. Dauer [X] 1 Semester [] 2 Semester		9. Angebot [X] jedes Semester [] jedes Studienjahr [] unregelmäßig
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, kleinere Softwareprojekte selbständig und strukturiert zu realisieren. Dazu sollen Kenntnisse zur Anforderungsanalyse, zur Erstellung des Ablaufdiagramms und des Programmcodes sowie zum Test erlangt werden. Hinzu kommen Aspekte wie die Softwareverwaltung und Versionskontrolle.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Programmierpraktikum (Practical Programming Course)	Prof. H. Fritze	W/S 2222	P	3	42 h / 78 h
Summe:					3	42 h / 78 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Die Inhalte des Moduls Datenverarbeitung aus dem Wahlpflichtmodulkatalog B des Bachelorstudiengangs oder vergleichbar werden vorausgesetzt.
19a. Inhalte	Zum Erlernen bzw. zur Vertiefung von Programmierfertigkeiten sollen die Datenerfassung von Messgeräten sowie die nachfolgende Datenaufbereitung bzw. -bearbeitung unter Nutzung eines Laborsystems realisiert werden. Die Inhalte des Praktikums umfassen: <ul style="list-style-type: none"> • das Kennenlernen der Programmierumgebung, • die Einarbeitung in die konkrete Zielstellung inklusive der Erstellung eines Ablaufdiagramms • die Beschaffung von Informationen zur Hardware, • die Erstellung des Programmcodes, • den Test des Programmcodes unter Nutzung der Hardware, • das Kennenlernen eines Systems zur Versionskontrolle der erstellten Software, • die Anfertigung einer Dokumentation.
20a. Medienformen	Laborversuche
21a. Literatur	Die Literatur für das Elektronikpraktikum hängt vom jeweiligen Thema ab. Im Rahmen des Vorgesprächs wird auf geeignete Literatur hingewiesen. Die weitere Literatursuche ist Bestandteil dieser Veranstaltung.
22a. Sonstiges	

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Art	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Programmierpraktikum	MP	4	benotet	100 %
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP	Das Modul wird durch den erfolgreichen Test des Programmcodes gemeinsam mit dem Betreuer, die Übergabe der Dokumentation inkl. Programmcode mit Kommentierung und Ablaufdiagramm abgeschlossen.				
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)	Prof. H. Fritze				
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen	Keine				

1a. Modultitel (deutsch) Energierrecht und Energiequellen	1b. Modultitel (englisch) Energy Law and Energy Sources
---	---

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. jur. H. Weyer		4. Zuständige Fakultät Fakultät 2	
5. Modulnummer		6. Sprache Deutsch	
7. LP 6		8. Dauer [] 1 Semester [x] 2 Semester	
9. Angebot [] jedes Semester [x] jedes Studienjahr [] unregelmäßig		10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls	
<p>Energierrecht:</p> <p>Die Studierenden kennen die wichtigsten Rechtsquellen für die Strom- und Gasversorgung. Sie können zum einen den Regelungsgehalt des Energiewirtschaftsgesetzes sowie der zugehörigen Rechtsverordnungen hinsichtlich des Energieregulierungsrechts einschließlich des komplexen Systems der Anreizregulierung darstellen. Zum anderen sind sie in der Lage, den Rechtsrahmen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu beschreiben. Sie können die wesentlichen rechtlichen Instrumente definieren und die maßgeblichen Vorschriften benennen. Mit diesem Wissen sind die Studierenden in der Lage, einfache rechtliche Fragestellungen im Bereich des Energierrechts zu lösen. Sie können die rechtlichen Anforderungen bei Tätigkeiten im Bereich der Strom- und Gasversorgung einschätzen und erkennen das Zusammenspiel von Energieversorgungsunternehmen und Regulierungsbehörden. Die Studierenden verstehen darüber hinaus die den Regelungen zugrundeliegenden Interessenkonflikte und die in den Normen zum Ausdruck kommenden Wertungen des Gesetzgebers. Sie sind in der Lage, ihr Verständnis zu formulieren und im Austausch mit anderen zu vertreten und weiterzuentwickeln.</p> <p>Regenerative Energiequellen:</p> <p>Vermittlung der wichtigsten Aspekte für das Energiekonzept und die technische Ausrüstung für Gebäude sowie der prinzipiellen Funktionsweise der regenerativen Erzeuger.</p>			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV- Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Energierrecht (Energy Law)	Prof. Dr. jur. H. Weyer	S 6510	V	2	28 h / 32 h
2	Regenerative Energiequellen (Regenerative Energy Sources)	Prof. Dr.-Ing. L. Kühl	W 8830	V	3	42 h / 48 h
Summe:					5	70 h / 80 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Einführung in das Recht I und II oder gleichwertige Rechtskenntnisse
19a. Inhalte	<p>Überblick über den Rechtsrahmen der Energiewirtschaft</p> <p>Energieregulierungsrecht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entflechtung • Netzanschluss und Netzzugang • Netzentgelte • Grund- und Ersatzversorgung • Rechtsdurchsetzung • Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien
20a. Medienformen	Skript, Folien
21a. Literatur	<p>Zur Vorlesung mitzubringen ist ein Gesetzestext in der jeweils aktuellen Auflage:</p> <p>Energierrecht, Textausgabe, dtv, oder</p> <p>Energierrecht, Textsammlung, Nomos-Verlag.</p> <p>Zur Vor- und Nachbereitung wird empfohlen:</p> <p>Ekardt, Felix/Valentin, Florian: Das neue Energierrecht, Nomos: Baden-Baden 2015.</p> <p>Koenig, Christian/Kühling, Jürgen/Rasbach, Winfried: Energierrecht, Nomos: Baden-Baden (3. überarb. und erweit. Auflage) 2013.</p> <p>Stuhmacher, Gerd u. a. (Hg.): Grundriss zum Energierrecht. Der rechtliche Rahmen für die Energiewirtschaft, EW Medien und Kongresse: Frankfurt am Main u. a. (2. überarb. Auflage) 2015.</p>
22a. Sonstiges	-

Zu Nr. 2:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Keine
19a. Inhalte	Vermittlung der wichtigsten Aspekte für das Energiekonzept und die technische Aufrüstung für Gebäude sowie der prinzipiellen Funktionsweise der regenerativen Erzeuger
20a. Medienformen	Skript
21a. Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben
22a. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Energierecht	MTP	3	benotet	50%
2	Regenerative Energiequellen	MTP	3	benotet	50%
Zu Nr. 1:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur (60 Minuten) oder mündliche Prüfung (20 – 60 Minuten)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. jur. H. Weyer			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			
Zu Nr. 2:					
29b. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur (60 Minuten) oder mündliche Prüfung (20 – 60 Minuten)			
30b. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr.-Ing. L. Kühl			
31b. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		Keine			

1a. Modultitel (deutsch) Energie- und Umweltökonomik	1b. Modultitel (englisch) Energy and Environment Economics
--	--

2. Verwendbarkeit des Moduls in Studiengängen			
M. Sc. Energie und Materialphysik			
3. Modulverantwortliche(r) Prof. Dr. M. Erlei		4. Zuständige Fakultät Fakultät 2	
6. Sprache Deutsch		7. LP 6	
8. Dauer [] 1 Semester [X] 2 Semester		9. Angebot [] jedes Semester [X] jedes Studienjahr [] unregelmäßig	
10. Lern-/Qualifikationsziele des Moduls			
Die Studierenden sollen dazu befähigt werden die Energie- und die Umweltproblematik aus ökonomischer Sicht zu verstehen. Darüber hinaus sollen sie lernen, die in den Veranstaltungen diskutierten und erlernten Instrumente auf neue Fragestellungen anzuwenden. Insbesondere sollen sie dazu befähigt werden, die langfristigen Folgen der Energie- und der Umweltproblematik für die Entwicklung von Märkten einschätzen zu können und gegebenenfalls bei unternehmerische Entscheidungen zu berücksichtigen. Durch das Angebot von Fallstudien wird in den Lehrveranstaltungen auch die Sozialkompetenz der Studierenden entwickelt. Ausgehend von konkreten Problemstellungen werden von den Studierenden in verschiedenen Formaten Lösungsansätze entwickelt und gemeinsam diskutiert.			

Lehrveranstaltungen						
11. Nr.	12. Lehrveranstaltungstitel (deutsch/englisch)	13. Dozent(in)	14. LV-Nr.	15. LV-Art	16. SWS	17. Arbeitsaufwand Präsenz-/Eigenstudium
1	Energieökonomik (Energy Economics)	Prof. Dr. M. Erlei	S 6679	2 V / 1 Ü	3	42 h / 48 h
2	Umweltökonomik (Environment Economics)	Prof. Dr. R. Menges	S 6678	2 V / 1 Ü	3	42 h / 48 h
Summe:					6	84 h / 96 h

Erweiterte Informationen zu „Lehrveranstaltungen“	
Zu Nr. 1:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Fundierte Kenntnisse im Bereich der Mikro- und Makroökonomik
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Energienachfrage • Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Energiewirtschaft • Angebot von Energieträgern: Ressourcen- und umweltökonomisches Grundlagen • Grundlagen • Exkurs: Dynamische Optimierung • Ökonomische Theorie der Nutzung erschöpfbarer Ressourcen
20a. Medienformen	Foliensatz, Tafel, Übungsaufgaben, elektronische Lehrmaterialien, Lehrexperimente
21a. Literatur	<p>Erdmann, Georg/Zweifel, Peter: Energieökonomik. Theorie und Anwendungen, Springer: Berlin (3. Auflage) 2015.</p> <p>Erlei, Mathias: Ökonomik nicht-erneuerbarer Ressourcen I: Grundlagen, in: Das Wirtschaftsstudium (WISU), Jg. 37, Heft 11, 2008, S. 1548 –1554.</p> <p>Erlei, Mathias: Ökonomik nicht-erneuerbarer Ressourcen II: Weiterführende Ansätze, in: Das Wirtschaftsstudium (WISU), Jg. 37, Heft 12, 2008, S. 1693-1699.</p>
22a. Sonstiges	-

Zu Nr. 2:	
18a. Empf. Voraussetzungen	Fundierte Kenntnisse im Bereich der Mikro- und Makroökonomik
19a. Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltökonomische Gesamtrechnung • Wohlfahrtsökonomische Grundlagen • Umweltprobleme als Probleme öffentlicher Güter • Internalisierung externer Effekte • Umweltpolitische Instrumente • Umweltökonomische Bewertungsmethoden • Internationale Umweltprobleme
20a. Medienformen	Foliensatz, Tafel, Übungsaufgaben, elektronische Lehrmaterialien, Lehrexperimente
21a. Literatur	<p>Blankart, Charles B.: Öffentliche Finanzen in der Demokratie. Eine Einführung in die Finanzwissenschaft, Verlag Franz Vahlen: München (9. Auflage) 2017.</p> <p>Cansier, Dieter: Umweltökonomie, Lucius & Lucius: Stuttgart (2. neubearb. Auflage) 1996 (Standardwerk).</p> <p>Feess, Eberhard/Seeliger, Andreas: Umweltökonomie und Umweltpolitik, Vahlen: München (4. vollst. überarb. Auflage) 2013.</p> <p>Perman, Roger u. a.: Natural Resource and Environmental Economics, S. I.: Cram (4. Auflage) 2012.</p> <p>Weimann, Joachim: Wirtschaftspolitik. Allokation und kollektive Entscheidung, Springer: Berlin u. a. (5. verbess. Auflage) 2009.</p> <p>Wigger, Berthold U.: Grundzüge der Finanzwissenschaft, Springer: Berlin (2. verbess. und erweít. Auflage) 2006.</p> <p>Zimmermann, Horst u. a.: Finanzwissenschaft. Eine Einführung in die Staatsfinanzen, Verlag Franz Vahlen: München (12. Auflage) 2017.</p>
22a. Sonstiges	-

Studien-/Prüfungsleistung					
23. Nr.	24. Zugeordnete Lehrveranstaltungen	25. P.-Typ	26. LP	27. Benotung	28. Anteil an der Modulnote
1	Energieökonomik	MP	6	benotet	100%
2	Umweltökonomik				
Zu Nr. 1 & 2:					
29a. Prüfungsform / Voraussetzung für die Vergabe von LP		Klausur (120 Minuten) oder mündliche Prüfung (20 – 60 Minuten)			
30a. Verantwortliche(r) Prüfer(in)		Prof. Dr. M. Erlei Prof. Dr. R. Menges			
31a. Verbindliche Prüfungsvorleistungen		keine			

