

Masterstudiengang Energie und Materialphysik

Modulhandbuch

Stand: 22. Juli 2015

Inhaltsübersicht

Pflichtmodule

Festkörperphysik	4
Photonik und Energie	6
Chemische Energiesysteme	9
Energieökonomik und Energierecht	12
Personal- und Führungsorganisation	15
Projektmanagement und Projektplanung I	17
Grenzflächen	19
Photovoltaik	21
Festkörpersensoren	24
Wissenschaftliches Arbeiten II	26
Masterarbeit	28

Wahlpflichtmodule

Festkörperkinetik	30
Nanopartikel	33
Glas in Energie- und Umwelttechnik.....	35
Nanotechnologie	37
Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen	39
Festkörperchemie	41

Masterstudiengang Energie und Materialphysik

Pflichtmodule

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>1</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Festkörperphysik</i>			
Kürzel	<i>FeKöPhys</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen	<i>Festkörperphysik</i>			
Semester:	<i>1.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. H. Fritze</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. H. Fritze</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>4V / Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Festkörperphysik</i>	<i>56</i>	<i>94</i>	<i>150</i>
Kreditpunkte:	<i>5</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>			
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Ideale und reale Festkörper: Strukturprinzipien, Realstruktur, Punktdefekte</i> <i>2. Beugung: Beugungstheorie, Brillouin-Zonen, Methoden zur Strukturanalyse</i> <i>3. Thermische Eigenschaften: Zustandsdichte, spezifische Wärme, Wärmeleitung, anharmonische Effekte</i> <i>4. Elektronische Bänder: Fermi-Gas, quasifreie und stark gebundene Elektronen, Bandstrukturen, Zustandsdichten</i> <i>5. Ladungstransport: effektive Masse, Eigen- und</i> 			

	<p><i>Störstellenleitung, Rekombination, Hopping-Leitfähigkeit, Diffusion, Drift, Transportwege</i></p> <p><i>6. Dielektrische Eigenschaften: Strahlungsabsorption, Eigenschwingungen, Reflexionsvermögen, Ferroelektrika, Exzitonen</i></p> <p><i>7. Halbleiter: einkristallines, polykristallines und amorphes Silizium, Dotierung, Diffusion, pn-Übergang ohne/mit Beleuchtung, Metall-Halbleiter-Kontakt, Heterostrukturen, Leitfähigkeit, Epitaxie, thermische Oxidation, Strukturierung</i></p>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 30-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Folien</i>
Literatur:	<p><i>H. Ibach, H. Lüth: Festkörperphysik. Springer-Verlag 2002,</i></p> <p><i>C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik. Oldenburg 2002,</i></p> <p><i>C. Weißmantel, C. Hamann: Grundlagen der Festkörperphysik. JAB Verlag 1995</i></p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	2			
Modulbezeichnung:	<i>Photonik und Energie</i>			
Kürzel	<i>PhotEn</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Photonik und Energie I (WS)</i> <i>Photonik und Energie II (SS)</i>			
Semester:	1. + 2.			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. W. Schade</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. W. Schade</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul des Masterstudiengangs Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Photonik und Energie I 3 V / Ü</i> <i>Photonik und Energie II 3 V / Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Photonik und Energie I</i>	42	78	120
	<i>Photonik und Energie II</i>	42	78	120
Kreditpunkte:	8			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>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.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><i>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.</i></p> <p><i>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 verschiedene 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</i></p>			

	<p><i>außerdem Kenntnisse über die Herstellung und Anwendung von Optische Sensoren mittels Lasern insbesondere Faser-Bragg-Gitter.</i></p> <p><i>Das Modul verschafft den Studierenden überwiegend Fachkompetenz.</i></p>
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Grundlagen zu Lasern</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Funktionsprinzip</i> - <i>Lasertypen</i> - <i>Gepulste Laser: Güteschaltung/Q-Switching</i> - <i>Ultrakurze Laserpulse: Modenkopplung</i> 2. <i>Charakterisierung von Laserpulsen:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Autokorrelator, Spektrometer, Powermeter, FROG</i> 3. <i>Ultrakurzpuls (UKP) Lasermaterialbearbeitung</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Strahlquellen</i> - <i>Hochleistungs-UKP-laser</i> - <i>Licht-Materie-Wechselwirkung</i> 4. <i>Brechzahländerung in optisch transparenten Medien</i> 5. <i>Grundlagen optischer Sensoren</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Lichtwellenleiter</i> - <i>optische Gitter</i> - <i>Strahlquellen</i> - <i>Lichtdetektoren</i> - <i>Raman Streuung</i> 6. <i>Faser-Bragg-Gitter als optischer Temperatur- und Dehnungssensor</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Funktionsweise</i> - <i>Herstellungsverfahren mit UKP-Lasern</i> - <i>Anwendung in Energiethemen: Kabelmonitoring, Windräder, Geothermiebohrungen, in Medizintechnik: in Kathetern, 3D Shape Sensing</i> 7. <i>Materialfunktionalisierung von Halbleiter und Metallen</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Materialstrukturierung</i> - <i>Laserdotierung</i> - <i>Änderung optoelektronischer Eigenschaften von Materialien: Absorption, Leitfähigkeit, Infrarotaktivität</i> - <i>optisches Abstrahlverhalten von laserfunktionalisierten Oberflächen</i> - <i>Anwendungen: Metalle, Silizium, Glas</i> - <i>Schwarzes Silizium (Black Silicon Solarzellen)</i> - <i>Metallstrukturierung (Elektrodenmaterial in Zink-Sauerstoff-Akkumulatoren und Brennstoffzellen, zur Änderung der thermischen Abstrahlung)</i> - <i>Oberflächenstrukturierung zur besseren Haftung von Beschichtungen</i> 8. <i>Materialfunktionalisierung mit maßgeschneiderten ultrakurzen Laserpulsen</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Laserpulsformung</i> - <i>räumliche Lichtmodulatoren</i> - <i>Adaptive Laserpulsformung</i>
Prüfungsleistungen:	<p><i>Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 45-minütigen mündlichen Prüfung zum Stoff der Vorlesungen und Übungen abgeprüft.</i></p>

Medienformen:	<i>Tafel, PowerPoint, Demonstrationsversuche im Forschungslabor</i>
Literatur:	<i>E. Hecht: Optics, 4th edition (Pearson, San Francisco, 2002)</i> <i>J. Eichler, H.J. Eichler, Laser, 7. Auflage (Springer, Berlin, 2010)</i> <i>C. Rulliere (Ed.); Femtosecond Laser Pulses (Springer, Berlin, 1998)</i> <i>J.-C. Diels, W. Rudolph; Ultrashort Laser Pulse Phenomena, (Academic Press, New York, 1996).....</i> <i>A. Miotello, P. Ossi (Eds.), Laser-Surface Interactions for New Materials (Springer, Berlin, 2010)</i>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	3			
Modulbezeichnung:	<i>Chemische Energiesysteme</i>			
Kürzel	<i>ChemES</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Chemische Energiespeicher und –systeme Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler</i>			
Semester:	<i>1. und 2.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. A. Lindermeir</i>			
Dozent(in):	<i>Dr. A. Lindermeir</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>3V/Ü (Chemische Energiespeicher und –systeme) 3V/Ü (Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler)</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Chemische Energiespeicher und –systeme</i>	42	78	120
	<i>Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler</i>	42	78	120
Kreditpunkte:	8			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>Die Studierenden verstehen Konzepte und Entwicklungslinien, aber auch Probleme chemischer Energiespeicher- und Energiewandlungstechnologien. Die Studierenden erlernen die hierzu erforderlichen elektrochemischen Grundprinzipien und können die Möglichkeiten der verschiedenen Umsetzungskonzepte unter Berücksichtigung der Anforderungen und Probleme derzeitiger Realisierungen bewerten. In den Übungen wird dieses Wissen vertieft und auf praktische Fragestellungen so angewendet, dass die Studierenden Fragestellungen aus diesem Bereich eigenständig bearbeiten können. Neben der fachlichen Spezialisierung durch Bildung von Wissensschwerpunkten erweitern die Studierenden auch ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Arbeitsweise, indem sie Modellierungen physikalisch-chemischer</i>			

	<p><i>Sachverhalte trainieren und mit Lösungsstrategien vertraut gemacht werden.</i></p>
<p>Inhalt:</p>	<p><u><i>Chemische Energiespeicher und –systeme</i></u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Perspektiven des Energiesystems</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Primärenergie</i> • <i>Sekundärenergie</i> • <i>Nutzenergie</i> 2. <i>Erneuerbare Energien</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wasser</i> • <i>Wind</i> • <i>Sonne</i> • <i>Biomasse</i> 3. <i>Energiespeicher</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Speicherbedarf</i> • <i>Elektrische Speicher</i> • <i>Thermische Speicher</i> • <i>Pumpspeicher</i> • <i>Schwungradspeicher</i> • <i>Chemische Speicher</i> • <i>Elektrochemische Speicher</i> • <i>Biomasse</i> 4. <i>Stoffliche Energiespeicher</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wasserstoff</i> • <i>SNG und EE-Methan</i> • <i>Fischer-Tropsch-Kohlenwasserstoffe</i> • <i>Weitere stoffl. Energiespeicher (DME, MeOH, ...)</i> 5. <i>Anwendungen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Mobilität</i> • <i>Chem. Grundstoffindustrie</i> 6. <i>Praktika/Rechenübungen/Exkursion</i> <p><u><i>Brennstoffzellen und elektrochemische Energiewandler</i></u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Energiepolitische Randbedingungen</i> 2. <i>Dezentrale Stromerzeugung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>KWK-Prinzip</i> • <i>KWK-Technologien</i> 3. <i>Grundlagen Brennstoffzelle</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Historische Entwicklung</i> • <i>Funktionsweise</i> • <i>Chemische Thermodynamik</i> • <i>Elektrochemie/Katalyse/Reaktionstechnik</i> • <i>Strom-Spannungs-Kennlinie</i> • <i>Wirkungsgrade</i> 4. <i>Brennstoffzellen-Typen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>PEMFC</i> • <i>SOFC</i> • <i>DMFC</i> 5. <i>Charakterisierung von Komponenten, Zellen und Stacks</i> 6. <i>Degradationsmechanismen</i> 7. <i>Brenngaserzeugung und -aufbereitung</i> 8. <i>Brennstoffzellen-Systemtechnik</i>

	<p>9. Anwendungen und Märkte 10. Praktika/Rechenübungen/Exkursion</p>
Prüfungsleistungen:	Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 45-60-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.
Medienformen:	Tafel, Folien, Skript
Literatur:	<p>Vorlesungs-Skriptum des Dozenten Heinzel, F. Mahlendorf, J. Roes: „Brennstoffzellen. Entwicklung, Technologie, Anwendung“, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, ISBN 3-7880-7741-7 H. Jungbluth: „Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen in Wohngebäuden im zukünftigen Energiesystem“, Download unter: http://juwel.fz-juelich.de:8080/dspace/bitstream/2128/2556/1/Energietechnik_59.pdf K. Kordes, G. Simader: „Fuel Cells and their Applications“, VCH Wiley Verlag, Weinheim W. Vielstich, A. Lamm, H. Gasteiger: „Handbook of Fuel Cells – Fundamentals, Technology, Applications“, VCH-Verlag, Weinheim DoE: „Fuel Cell Handbook“, Download unter: http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/769283/769283.pdf</p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	4			
Modulbezeichnung:	<i>Energieökonomik und Energierecht</i>			
Kürzel	<i>EnÖkRe</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Umweltökonomik Energieökonomik Energierecht</i>			
Semester:	1. + 2.			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Mathias Erlei</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Mathias Erlei (Energieökonomik) Prof. Dr. Roland Menges (Umweltökonomik) Prof. Dr. jur. Hartmut Weyer (Energierecht)</i>			
Sprache:	<i>Deutsch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Energieökonomik: Vorlesung 2 SWS Umweltökonomik: Vorlesung 2 SWS Energierecht: Vorlesung 2 SWS</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Umweltökonomik</i>	<i>28</i>	<i>32</i>	<i>60</i>
	<i>Energieökonomik</i>	<i>28</i>	<i>62</i>	<i>90</i>
	<i>Energierecht</i>	<i>28</i>	<i>62</i>	<i>90</i>
Kreditpunkte:	8			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>keine</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><i>Die Studierenden sollen lernen, die Besonderheiten von Energiemärkten, insbesondere von Rohstoffmärkten zu verstehen. Dies soll sie dazu befähigen, sich später souverän auf genau diesen Märkten bewegen zu können.</i></p> <p><i>Zentrale Besonderheiten der Märkte, die es zu verstehen gilt, sind (a) Kopplung der Energie an andere Konsumgüter, (b) die Bedeutung der Endlichkeit von fossilen Energieträgern für deren Preisentwicklung, (c) Auswirkungen der Bereitstellung von Energie auf das Problem des Klimawandels, (d) Leitungsgebundenheit bestimmter Energieträger und daraus resultierende Legitimation für regulierende Eingriffe, (e) die</i></p>			

	<i>konkrete rechtliche Ausgestaltung rechtlicher Rahmenbedingungen für Energiemärkte.</i>
Inhalt:	<p><u>Energieökonomik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energienachfrage</i> • <i>Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Energiewirtschaft</i> • <i>Angebot von Energieträgern: Ressourcen- und umweltökonomische Grundlagen</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Grundlagen</i> - <i>Exkurs:</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Dynamische Optimierung,</i> ▪ <i>Ökonomische Theorie der Nutzung erschöpfbarer Ressourcen</i> ▪ <i>Energie und das Umweltproblem</i> <p><u>Umweltökonomik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Umweltökonomische Gesamtrechnung</i> • <i>Wohlfahrtsökonomische Grundlagen</i> • <i>Umweltprobleme als Probleme öffentlicher Güter</i> • <i>Internalisierung externer Effekte</i> • <i>Umweltpolitische Instrumente</i> • <i>Umweltökonomische Bewertungsmethoden</i> • <i>Internationale Umweltprobleme</i> <p><u>Energierrecht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Überblick über den Rechtsrahmen</i> • <i>Energieregulierungsrecht:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Entflechtung</i> - <i>Netzanschluss und Netzzugang Strom</i> - <i>Netzanschluss und Netzzugang Gas</i> - <i>Netzentgelte</i> - <i>Grund- und Ersatzversorgung</i> • <i>Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien</i> • <i>Rechtsdurchsetzung</i>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur (Energie- und Umweltökonomik) bzw. einer 60-minütigen Klausur (Energierrecht) abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Energieökonomik: Folien, Skript Umweltökonomik: Vorlesungsfolien Energierrecht: Folien, Skript</i>
Literatur:	<p><u>Energieökonomik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Erdmann, G. und Peter Zweifel (2010), Energieökonomik, Heidelberg u. a. O.</i> • <i>Erlei, M. (2008a), „Ökonomik nicht-erneuerbarer Ressourcen I: Grundlagen“, in: Das Wirtschaftsstudium (WISU), Jg. 37, Heft 11, S. 1548 – 1554.</i>

- Erlei, M. (2008b), „Ökonomik nicht-erneuerbarer Ressourcen II: weiterführende Ansätze“, in: *Das Wirtschaftsstudium (WISU)*, Jg. 37, Heft 12, S. 1693-1699

Umweltökonomik:

- Blankart, C. (2011): *Öffentliche Finanzen in der Demokratie*, 8. Aufl., München.
- Cansier, D. (1996): *Umweltökonomie*, 2. Aufl., Stuttgart.
- Fees, E. (2007): *Umweltökonomie und Umweltpolitik*, 3. Aufl., München.
- Perman, R.; Yue Ma; McGilvray, J. and Common, M. (2003): *Natural Resource and Environmental Economics*, 3rd. ed, Essex.
- Weimann, J. (2005): *Wirtschaftspolitik – Allokation und kollektive Entscheidung*, 4. Aufl., Berlin.
- Wigger, B. (2005): *Einführung in die Finanzwissenschaft*, 2. Aufl., Berlin.
- Zimmermann, H.; Henke, K.-D. (2005): *Finanzwissenschaft*, 9. Aufl., München.

Energierrecht:

Zur Vorlesung mitzubringen ist ein Gesetzestext in der jeweils aktuellen Auflage:

- *Energierrecht, Textausgabe, dtv, oder*
- *Energierrecht, Textsammlung, Nomos-Verlag.*

Zur Vor- und Nachbereitung der Vorlesung wird empfohlen:

- Klees, *Einführung in das Energiewirtschaftsrecht*, 2012
- Koenig/Kühling/Rasbach, *Energierrecht*, 3. Aufl. 2013
- Schneider/Theobald, *Recht der Energiewirtschaft: Praxishandbuch*, 3. Aufl. 2011

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>5</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Personal- und Führungsorganisation</i>			
Kürzel	<i>PersFüOrg</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Personal- und Führungsorganisation</i>			
Semester:	<i>1.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. H. Schenk-Mathes</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. W. Pfau</i>			
Sprache:	<i>Deutsch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul des Masterstudiengangs Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>2 V</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Personal- und Führungsorganisation</i>	<i>28</i>	<i>32</i>	<i>60</i>
Kreditpunkte:	<i>2</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>keine</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>Die Studierenden sollen Eigenschaften und Unterschiede zwischen struktureller und personaler Führung kennen. Sie sollen in der Lage sein, zielorientiert einen Mix aus Instrumenten personaler und struktureller Führung zusammenstellen und anwenden zu können. Insbesondere sollen die Studierenden Projekte und Wandlungsprozesse im Unternehmen zielorientiert führen können.</i>			
Inhalt:	<i>1 Personalführung und Organisation als Instrumente zur Zielerreichung im Unternehmen</i> <i>2 Organisatorische Gestaltung</i> <i>3 Personalführung</i> <i>4 Führung von Projekten</i> <i>5 Management des Wandels</i>			
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 60-minütigen Klausur oder einer 30-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>			
Medienformen:				
Literatur:	<i>Bisani, F.: Personalwesen und Personalführung, 5. Auflage, Wiesbaden 2000</i> <i>Frese, E.: Grundlagen der Organisation, 9. Auflage, Wiesbaden 2005</i> <i>Schreyögg, G: Organisation 5. Aufl., Wiesbaden 2008</i>			

	<i>Vahs, D.: Organisation, 6. Aufl., Stuttgart 2007</i> <i>Weibler, J: Personalführung, München 2001</i>
--	---

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>6</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Projektmanagement und Projektplanung I</i>			
Kürzel	<i>ProjManPlan</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Projektmanagement und Projektplanung I</i>			
Semester:	<i>2.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Zimmermann, Jürgen, Prof. Dr.</i>			
Dozent(in):	<i>Zimmermann, Jürgen, Prof. Dr.</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul des Masterstudiengangs Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>3 V/Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Projektmanagement und Projektplanung I</i>	<i>42</i>	<i>48</i>	<i>90</i>
Kreditpunkte:	<i>3</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>keine</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><i>Die Studierenden erlernen relevante Begriffe und Aufgaben des Projektmanagements. Sie können Projektvorhaben mittels Netzplänen in abstrahierter und normierter Form darstellen und beherrschen Methoden, auf Basis der Netzpläne, zeitzulässige Ablaufpläne zu ermitteln. Darüber hinaus können die Studierenden zwischen diversen Zielen der Projektplanung unterscheiden und besitzen Fähigkeiten, um für spezielle Ziele geeignete mathematische Verfahren einzusetzen, um einen jeweils optimalen Ablaufplan zu entwickeln, der sämtliche Zeitrestriktionen einhält. Für einen Fall konfliktärer Ziele sind die Studierenden in der Lage, für vorgegebene Daten eine optimale Kompromisslösung zu ermitteln.</i></p>			
Inhalt:	<p><i>1 Projektmanagement</i> <i>1.1 Begriffe und Grundlagen</i> <i>1.2 Projektdefinition</i> <i>1.3 Grobplanung</i> <i>1.4 Feinplanung</i> <i>1.5 Projektrealisation</i> <i>2 Netzplantechnik</i> <i>2.1 Struktur- und Zeitanalyse</i> <i>2.2 Critical Path Method (CPM)</i> <i>2.3 Metra Potential Method (MPM)</i> <i>2.4 Stochastische Netzpläne</i> <i>3 Ziele der Projektplanung</i> <i>4 Exakte Lösungsverfahren für Projektplanungsprobleme</i></p>			

	<i>5 Heuristische Verfahren für Projektplanungsprobleme</i>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 60-minütigen Klausur oder einer 30-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Beamerpräsentation, Übungsblätter, Tafelübung</i>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kerzner, H. (2009): Project Management, 10. Auflage, John Wiley, 2009 (Titel auch als deutsche Ausgabe im Mitp-Verlag erhältlich)</i> • <i>Klein, R. (1999): Scheduling of Resource-Constrained Projects, Kluwer</i> • <i>Neumann, K., Schwindt, C., Zimmermann, J. (2003): Project Scheduling with Time Windows and Scarce Resources, 2. Auflage, Springer</i> • <i>Schwarze, J. (2006): Projektmanagement mit Netzplantechnik, NWB-Verlag</i> • <i>Zimmermann, J., Stark, C., Rieck, J. (2010): Projektplanung – Modelle, Methoden, Management, 2. Auflage, Springer</i>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	7			
Modulbezeichnung:	<i>Grenzflächen</i>			
Kürzel	<i>Grenzfl</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Halbleiter und Halbleitergrenzflächen Energiefunktionale Grenzflächen</i>			
Semester:	2. + 3.			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. W. Daum</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. W. Daum</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul des Masterstudiengangs Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Halbleiter und Halbleitergrenzflächen 3 V/Ü Energiefunktionale Grenzflächen 2 V</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Halbleiter und Halbleitergrenzflächen</i>	42	78	120
	<i>Energiefunktionale Grenzflächen</i>	28	32	60
Kreditpunkte:	6			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>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.</i>			
Inhalt:	<i><u>Halbleiter und Halbleitergrenzflächen:</u> 1. Volumeneigenschaften von Halbleitern - Gitterperiodische Struktur und reziprokes Gitter - Bloch-Wellen, 1. Brillouin-Zone - Bandstrukturen von Halbleitern - Zustandsdichten - Ladungsträgerdichten intrinsischer und dotierter Halbleiter - Leitfähigkeit von Halbleitern</i>			

	<p><i>2. Halbleiteroberflächen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Volumenterminierte und rekonstruierte Halbleiteroberflächen</i> - <i>Herstellung und Charakterisierung definierter Halbleiteroberflächen</i> - <i>Geometrische und elektronische Struktur ausgewählter Halbleiteroberflächen</i> - <i>Wasserstoffterminierung von Siliziumoberflächen</i> <p><i>3. Oberflächenzustände</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>2D-Bandstruktur</i> - <i>Modellmäßige Beschreibung intrinsischer Oberflächenzustände</i> - <i>Virtuelle Bandlückenzustände (ViGS)</i> - <i>Donor- und akzeptorartige Oberflächenzustände</i> - <i>Lage und Fixierung des Fermi-Niveaus an Oberflächen</i> <p><i>4. Metall-Halbleiterkontakte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Schottky-Barriere</i> - <i>Mott-Schottky-Regel, Modell von Bardeen</i> - <i>Metallinduzierte Bandlückenzustände (MIGS)</i> - <i>Einfluss der Elektronegativität auf die Barrierenhöhe</i> <p><i>5. Halbleiterheterostrukturen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Halbleiter-Halbleiter-Heterostrukturen</i> - <i>Valenz- und Leitungsbanddiskontinuitäten</i> - <i>Modulationsdotierter Übergang, Kompositionsübergitter</i> - <i>2D-Elektronengase, High Electron Mobility Transistor</i> - <i>Si-SiO₂-Grenzflächen</i> <p><u><i>Energiefunktionale Grenzflächen:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Grenzflächen in Halbleiterheterosystemen für die Optoelektronik und Energiewandlung, insbes. für Multi-Junction-Solarzellen</i> - <i>Mechanismen des Energietransfers und der Ladungstrennung in heterogenen Materialsystemen für die Photovoltaik</i> - <i>Grenzflächenbestimmte Prozesse bei der photoelektrochemischen Energiewandlung</i> - <i>Grenzflächenbestimmte Reaktionen und Prozesse bei der elektrokatalytischen Energiewandlung (Brennstoffzellen)</i>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 45-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Die Präsentationen zur Vorlesung sind elektronisch abrufbar.</i>
Literatur:	<p><i>H. Lüth: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (4th Ed.), Springer 2001 (ISBN: 3-540-42331-1)</i></p> <p><i>W. Mönch: Electronic Properties of Semiconductor Interfaces, Springer 2004 (ISBN: 3-540-20215-3)</i></p> <p><i>H. Ibach, H. Lüth, Einführung in die Festkörperphysik, 6. Auflage, Springer 2002 (ISBN: 3-540-42738-4)</i></p> <p><i>Weitere speziellere Literatur zu Grenzflächenaspekten der</i></p>

	<i>Energiewandlung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</i>
--	--

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>8</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Photovoltaik</i>			
Kürzel	<i>PV</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Photovoltaik Neue Konzepte der Photovoltaik</i>			
Semester:	<i>2. + 3.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. D. Schaadt</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. D. Schaadt</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul des Masterstudiengangs Energie und Materialphysik</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Photovoltaik 3 V/Ü Neue Konzepte der Photovoltaik 3 V/Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Photovoltaik</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
	<i>Neue Konzepte der Photovoltaik</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
Kreditpunkte:	<i>8</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><u><i>Photovoltaik:</i></u> <i>Dieser Kurs vermittelt den Studierenden Kenntnisse über die grundlegenden physikalischen Prozesse in Solarzellen (Lernziel). Sie werden damit befähigt, Solarzellen zu charakterisieren bzw. mit definierten Eigenschaftskombinationen zu entwickeln. (Kompetenz)</i></p> <p><u><i>Neue Konzepte der Photovoltaik:</i></u> <i>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).</i></p>			
Inhalt:	<p><u><i>Photovoltaik:</i></u></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Einführung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energieproblematik</i> • <i>Historischer Abriss</i> <i>2. Solarstrahlung als Energiequelle für Solarzellen</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Die Sonne</i> 			

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Das Sonnenspektrum</i> • <i>Referenzspektrum für terrestrische Photovoltaik</i> <p>3. <i>Physikalische Grundlagen von Halbleitern</i></p> <p>4. <i>Energiewandlung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Thermische Strahlung und chemische Energie</i> • <i>Umwandlung chemischer in elektrische Energie</i> • <i>Separation der Ladungsträger/pn-Übergang</i> <p>5. <i>Solarzellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Strom-Spannungskennlinie</i> • <i>Wirkungsgrad</i> • <i>Die reale Solarzelle</i> <p>6. <i>Herstellung von Solarzellen</i></p> <p>7. <i>Systemtechnik</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Module</i> • <i>Wechselrichter</i> <p><u><i>Neue Konzepte der Photovoltaik:</i></u></p> <p><i>Einführung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Probleme und Konzepte zu deren Lösung</i> <p><i>Verbesserte Si-Solarzellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hochleistungs-Si-Solarzellen</i> • <i>Si-Dünnschichtsolarzellen</i> <p><i>Verbindungshalbleiter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Materialien und Heterostrukturen</i> • <i>Herstellung von III-V Verbindungshalbleitern</i> <p><i>III-V Solarzellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Konzentratorzellen und Stapelzellen</i> • <i>Quantentrog- und Quantenpunktsolarzellen</i> <p><i>Verbindungshalbleiter-Dünnschichtsolarzellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>CdTe-Zellen</i> • <i>ZellenausChalkopyriden</i> <p><i>Plasmonische Solarzellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Metallische Nanopartikel</i> • <i>Plasmonische Zellen</i> <p><i>Photoelektrolytische Zellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Konzept</i> • <i>Zellen auf Nitridbasis</i> <p><i>Solarzellen aus organischen Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Farbstoffzellen</i> <p><i>Polymerzellen</i></p>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 45-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Powerpoint</i>
Literatur:	<p><u><i>Photovoltaik:</i></u></p> <p><i>Würfel: Physik der Solarzellen, Hochschultaschenbuch, Spektrum Verlag</i></p>

	<p><i>Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley-Blackwell</i> <i>Yu and Cardona: Fundamentals of Semiconductor Physics and Material Properties, Springer Verlag</i></p> <p><u><i>Neue Konzepte der Photovoltaik:</i></u> <i>Green: Third Generation Photovoltaics, Springer Verlag</i> <i>Hamakawa (Ed.): Thin-Film Solar Cells, Springer Verlag</i></p>
--	---

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>9</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Festkörpersensoren</i>			
Kürzel	<i>FK-Sen</i>			
ggf. Untertitel	<i>Festkörpersensoren</i>			
Lehrveranstaltungen:	<i>Festkörpersensoren</i>			
Semester:	<i>3.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. H. Fritze</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. H. Fritze</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul im Masterstudiengang Energie- und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>3 V / P + 1 Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Festkörpersensoren V/P</i>	<i>42</i>	<i>68</i>	<i>110</i>
	<i>Festkörpersensoren Ü</i>	<i>14</i>	<i>26</i>	<i>40</i>
Kreditpunkte:	<i>5</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Festkörperphysik, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>Das Modul dient der Vermittlung wichtiger, auf festkörperphysikalischen Vorgängen beruhenden Sensorkonzepten. 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.</i>			
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Wechselwirkung zwischen Gasteilchen und Festkörperoberflächen: Physisorption, Chemisorption, Oberflächenreaktion, Volumenreaktion</i> <i>2. Potentiometrische Sensoren: Nernst-Gleichung, Sensormaterialien, Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele</i> <i>3. Resistive Sensoren: Leitungsmechanismen, Katalyseeffekte, Anwendungsbeispiele</i> <i>4. Halbleitersensoren: Leitungsmechanismen, Grenzflächeneffekte, Anwendungsbeispiele</i> <i>5. Resonante Sensoren; Volumenwellenresonatoren,</i> 			

	<i>Quarzresonatoren, Sauerbrey-Gleichung, Oberflächenwellenresonatoren, Funksensorik 6. Sonstige Sensoren: Ionisationssensoren, Massenspektrometer</i>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 60-minütigen Klausur oder einer 30-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Folien</i>
Literatur:	<i>D. K. Aswal, S. K. Gupta, Science and Technology of Chemiresistor Gas Sensors, Nova Science Publ., New York, 2007. A. Mandelis, C. Christofides, Physics, Chemistry and Technology of Solid State Sensor Devices, Wiley, New York, 1993. W. Göpel, J. Hesse, J. N. Zemel, Sensors, A Comprehensive Survey, VCH, Weinheim, 1991. H. Schaumburg (Hrsg.), Sensoranwendungen, Teubner, Stuttgart, 1996.</i>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>10</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Wissenschaftliches Arbeiten II</i>			
Kürzel	<i>WissArbII</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Forschungspraktikum B Energie und Material Seminar B Energie und Material</i>			
Semester:	<i>3.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. W. Daum</i>			
Dozent(in):	<i>Dozentinnen und Dozenten, die Forschungsprojekte zu Themen der materialorientierten Energieforschung und Materialphysik durchführen, sowie wissenschaftliche Mitarbeiter</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>20 P (Forschungspraktikum B Energie und Material) 2 S (Seminar B Energie und Material)</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Forschungspraktikum B</i>	<i>280</i>	<i>140</i>	<i>420</i>
	<i>Seminar B Energie und Material</i>	<i>14</i>	<i>76</i>	<i>90</i>
Kreditpunkte:	<i>17</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden die in den ersten zwei Semestern des Masterstudiengangs vermittelten Inhalte der physikalischen, chemischen und ingenieurwissenschaftlichen Pflicht- und Wahlpflichtmodule</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><i><u>Forschungspraktikum B Energie und Material</u></i> <i>Das Forschungspraktikum ermöglicht den Studierenden, in den Arbeitsgruppen an Forschungsprojekten zum Thema Energie und Materialphysik mitzuarbeiten. Hierbei vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse der Systematik wissenschaftlicher Arbeit sowie experimenteller Methoden der physikalischen Materialsynthese und -analyse und erhalten einen vertieften Einblick in aktuelle Themen der materialorientierten Energieforschung. Neben Fach- und Systemkompetenzen erfordert die Praktikumstätigkeit in den Forschungslaboren eine enge Kooperation mit wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern und vermittelt daher auch Sozialkompetenzen. Durch den abschließenden Kolloquiumsvortrag werden Präsentations- und Rhetorikkompetenzen geschult.</i></p> <p><i><u>Seminar B Energie und Material</u></i> <i>Das Seminar ermöglicht den Studierenden einen vertieften Einblick in aktuelle Fragestellungen, Anwendungen und Forschungsergebnisse der materialorientierten Energieforschung</i></p>			

	<p><i>bzw. Materialphysik. Neben einer Auseinandersetzung mit speziellen materialphysikalischen Fragestellungen beherrschen die Studierenden wichtige Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens wie Literaturarbeit mit englischsprachigen Originalveröffentlichungen und Zitierung. Darüber hinaus werden Vortragsorganisation sowie Präsentations- und Rhetoriktechniken geschult.</i></p> <p><i>Das Modul insgesamt vermittelt Fachkompetenzen, Methodenkompetenzen, Präsentations-, Sozial- und Systemkompetenzen.</i></p>
Inhalt:	<p><u><i>Forschungspraktikum B Energie und Material</i></u> <i>Die Inhalte des Forschungspraktikums sind abhängig vom jeweiligen Forschungsprojekt und werden mit dem Projektbetreuer abgesprochen.</i></p> <p><u><i>Seminar B Energie und Material I</i></u> <i>Inhalt des Seminars sind jeweils aktuelle Themen zu materialphysikalischen Aspekten der Energiewandlung und Energiespeicherung bzw. zur (energiebezogenen) Materialphysik.</i></p>
Prüfungsleistungen:	<p><i>Das Modul wird durch erfolgreiche Teilnahme am Forschungspraktikum B und am Seminar Energie und Material B (jeweils unbenoteter Pflichtleistungsnachweis) abgeprüft. Die erfolgreiche Teilnahme am Forschungspraktikum B schließt mit einem Praktikumsbericht und einem Kolloquiumsvortrag des/der Studierenden ab.</i></p>
Medienformen:	<p><i>Laborversuche (Forschungspraktikum), Powerpoint-Präsentation (Seminar)</i></p>
Literatur:	<p><i>Die Literatur für das Forschungspraktikum und das Seminar hängt vom jeweiligen Thema des Forschungspraktikums bzw. Seminars ab. Die Literatursuche ist Bestandteil dieser Veranstaltungen.</i></p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>10</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Masterarbeit</i>			
Kürzel	<i>MasThe</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Masterarbeit</i>			
Semester:	<i>4.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Apl. Prof. Dr. A. Schmidt (Studiendekan)</i>			
Dozent(in):	<i>Professoren und Privatdozenten, die Forschungsprojekte zu Themen der materialorientierten Energieforschung und der Materialphysik durchführen</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Pflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>25 P</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Masterarbeit</i>	<i>350</i>	<i>550</i>	<i>900</i>
Kreditpunkte:	<i>30</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Die Voraussetzungen für die Zulassung zur Masterarbeit sind in den Ausführungsbestimmungen festgelegt.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>In der Masterarbeit sollen die Studierenden die in den Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten anwenden und vertiefen. Unter wissenschaftlicher Anleitung wird ein Teilproblem aus einem Forschungsprojekt bearbeitet, wobei die Fähigkeit entwickelt werden soll, das Erlernte auf aktuelle Fragestellungen der materialorientierten Energieforschung und Materialphysik anzuwenden, Lösungsmöglichkeiten zu erkennen und Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Kriterien entsprechenden Form zu verfassen. Das Modul vermittelt fachliche Kompetenzen bei der weitgehend selbständigen Bearbeitung des gestellten Themas sowie soziale Kompetenzen bei der Arbeit in der Arbeitsgruppe. Insbesondere vermittelt das Modul grundlegende Kompetenzen bei der Erarbeitung eines Forschungsthemas: Literaturrecherche, wissenschaftliche Methodik, Abfassung eines wissenschaftlichen Berichts sowie Präsentation.</i>			
Inhalt:	<i>Der Inhalt der Masterarbeit hängt von der Themenstellung ab und wird mit dem betreuenden Dozenten abgestimmt.</i>			
Prüfungsleistungen:	<i>Schriftliche Abschlussarbeit, Kolloquium</i>			
Medienformen:	<i>./.</i>			
Literatur:	<i>Abhängig vom jeweiligen Themengebiet der Arbeit. Die Literatursuche ist Bestandteil der Masterarbeit.</i>			

Masterstudiengang Energie- und Materialphysik

Wahlpflichtmodule

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>12</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Festkörperkinetik</i>			
Kürzel	<i>FKKin</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Diffusion in Ionen- und Halbleitern Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen</i>			
Semester:	<i>1. + 2.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Apl. Prof. Dr. H. Schmidt</i>			
Dozent(in):	<i>Apl. Prof. Dr. H. Schmidt</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Diffusion in Ionen- und Halbleitern 3 V/Ü Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen 3 V/Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Diffusion in Ionen- und Halbleitern</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
	<i>Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
Kreditpunkte:	<i>8</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><u><i>Diffusion in Ionen- und Halbleitern:</i></u> <i>Durch diese Lehrveranstaltung wird den Studierenden ein vertieftes Verständnis der atomaren Transporteigenschaften in Ionen- und Halbleitern und ihre Bedeutung für die Herstellung und die Werkstoffeigenschaften im Rahmen verschiedener Anwendungsfelder (Elektronik, Sensorik, Energietechnik) vermittelt. Es werden vorwiegend Fachkompetenzen vermittelt.</i></p> <p><u><i>Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen:</i></u> <i>Die Studierenden erlernen grundlegende Kenntnisse zum Verständnis und zur mathematischen Beschreibung kinetischer Prozesse in Festkörpern. Durch diese Veranstaltung wird den Studierenden ein vertieftes Verständnis der Zusammenhänge zwischen atomarem Transport, Fehlordnung und Reaktionskinetik in Festkörpern und ihre Bedeutung für Funktions- und Strukturmaterialien vermittelt. Es wird die Fähigkeit erworben,</i></p>			

	<p><i>das Zusammenspiel kinetischer und thermodynamischer Aspekte zur Beschreibung von Festkörperreaktionen (Ausscheidungsbildung, Oxidation, Sintern, Kriechen etc.) an Realsystemen zu verstehen.</i></p> <p><i>Die Veranstaltung vermittelt überwiegend Fach- und Systemkompetenzen.</i></p>
<p>Inhalt:</p>	<p><u><i>Diffusion in Ionen- und Halbleitern:</i></u></p> <p><i>Teil 1 Grundlagen der Diffusion in Festkörpern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Die Fickschen Gesetze und einfache Lösungen</i> - <i>Grundlegende Diffusionsmechanismen</i> - <i>Messmethoden</i> - <i>Korngrenzdiffusion</i> - <i>Chemische Diffusion</i> <p><i>Teil 2 Diffusion in Halbleitern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bedeutung für technologische Prozesse</i> - <i>Spezielle Punktdefekte</i> - <i>Spezielle Diffusionseigenschaften</i> - <i>Computersimulationen</i> - <i>Materialien (Si, Ge, GaAs)</i> <p><i>Teil 3 Diffusion in Ionenleitern</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Elektrische Leitfähigkeit und Diffusion</i> - <i>Oxidations- und Reduktionsprozesse</i> - <i>Brouwer-Diagramme</i> - <i>Mischleiter</i> - <i>Anwendungsbeispiele</i> <p><u><i>Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen:</i></u></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Einführung, Grundbegriffe</i> <i>2. Diffusion in Festkörpern</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Die Fickschen Gesetze und einfache Lösungen</i> - <i>Diffusionsmechanismen</i> - <i>Diffusion in Metallen, Halbleitern, Ionenleitern</i> - <i>Messmethoden</i> - <i>Korngrenzdiffusion</i> - <i>Chemische Diffusion</i> <i>3. Grundlegende Transportprozesse</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Grundbegriffe der irreversiblen Thermodynamik</i> - <i>Transportkoeffizienten und Geschwindigkeitskonstanten in Gasen, Flüssigkeiten u. Festkörpern</i> <i>4. Homogenreaktionen</i> <i>5. Heterogenreaktionen</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Adsorption, Oberflächenreaktionen</i> - <i>Ausbildung von Deckschichten</i> - <i>Oxidationskinetik (Deal-Grove, Wagner)</i> <i>6. Keimbildungs- und Wachstumskinetik von Ausscheidungen</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Klassifizierungen</i> - <i>Keimbildung und Wachstumsprozesse</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - JMAK-Kinetik - Ostwaldreifung - Spinodale Entmischung <p>7. Sintern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sintern eines Pulvers aus homogenem Material - Reaktionssintern im festen Zustand <p>8. Diffusionsgesteuerte Verformungsprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kriechprozesse - Superplastizität - Verformung nanokristalliner Materialien
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 45-minütigen mündlichen Prüfung oder einer 120-minütigen Klausur abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Powerpoint-Foliensammlung, Tafel</i>
Literatur:	<p><u>Diffusion in Ionen und Halbleitern:</u> <i>H. Mehrer, Diffusion in Condensed Matter, Springer, 2008</i> <i>B. Tuck, Introduction to Diffusion in Semiconductors, Peregrinus Ltd., 1974</i> <i>J. Maier, Festkörper - Fehler und Funktion, Teubner, 2000</i> <i>J. Philibert, Atom Movements, Les editions des physique, 1991.</i></p> <p><u>Thermodynamik und Kinetik von Festkörperreaktionen:</u> <i>P. Haasen, Physikalische Metallkunde, Springer Verlag, 1994.</i> <i>G. Kostorz, Phase Transformations in Materials, VCH, 2001.</i> <i>H. Schmalzried, Chemical Kinetics of Solids, VCH, 1997.</i> <i>J. Philibert, Atom Movements, Les editions des physique, 1991.</i> <i>H. Mehrer, Diffusion in Condensed Matter, Springer, 2008</i></p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>13</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Nanopartikel</i>			
Kürzel	<i>NanoPart</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien (WS) Charakterisierung von Nanopartikeln (SS)</i>			
Semester:	<i>1. + 2.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. A. Weber</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. A. Weber</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien: 2V / 1Ü Charakterisierung von Nanopartikeln: 2V / 1Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
	<i>Charakterisierung von Nanopartikeln</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
Kreditpunkte:	<i>8</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<p><u><i>Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien:</i></u> <i>Die Studierenden erhalten ein Verständnis von Nukleation und Wachstumsprozessen bei der Partikelbildung aus der Gasphase. Sie kennen die wichtigsten Gasphasensyntheseprozesse und verstehen die Beziehung zwischen Herstellungsprozess und Pulvereigenschaften.</i></p> <p><u><i>Charakterisierung von Nanopartikeln:</i></u> <i>Die Studierenden kennen die wichtigsten Methoden zur On-line- und Off-line-Charakterisierung von Nanopartikeln in gasförmigen und flüssigen Medien und in Haufwerken. Sie sind in der Lage, die jeweils am besten geeigneten Methoden zur Charakterisierung bestimmter Partikeleigenschaften auszuwählen. Die Studierenden erhalten ein Verständnis der besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Nanopartikel.</i></p>			

Inhalt:	<p><u>Gasphasensynthese nanoskaliger Materialien:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung (bottom-up, top-down) 2. Homogene Nukleation 3. Heterogene Nukleation und Kondensation 4. Agglomeration und Aggregation 5. Kollision-Koaleszenz-Mechanismen 6. Inertgaskondensation (Rohröfen, Expansionsdüsen, RESS) 7. Flammensynthese (Vormisch- und Diffusionsflammen, FSP) 8. Plasmasynthese (ICP, Laserablation, Mikrowellen, DBD) 9. CVD-Prozesse (Katalysatoren, CNT, Halbleitermaterialien) 10. Herstellungsprozess – Partikeleigenschaften – Anwendungen <p><u>Charakterisierung von Nanopartikeln:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung 2. Repräsentative Probennahme 3. Morphologie und Größe (REM, TEM, AFM, STM, SMPS, PCS/PCCS) 4. Zusammensetzung und Kristallstruktur (EDX, EELS, XRD) 5. Agglomerat-Struktur (SAXS, SANS, TDMA, SLS) 6. Oberflächencharakterisierung (Auger, XPS, Zetapotenzial, SHG, SFG) 6. Mechanische Eigenschaften (AFM, Nanoindentation, Impaktion) 7. Katalytische Eigenschaften 8. Optische Eigenschaften 9. Magnetische Eigenschaften 10. Rheologische Eigenschaften
Prüfungsleistungen:	Das Modul wird in Form einer 45-minütigen mündlichen Prüfung oder einer 120-minütigen Klausur abgeprüft.
Medienformen:	Overhead-Projektor, Tafel, Tutorien
Literatur:	<p>Skript <i>Nanotechnologie (Wautelet, 2. Auflage, Oldenbourg, München 2008)</i> <i>Synthese und Charakterisierung von Nanopartikeln aus Eisen und Eisenoxid (Knipping, 1. Auflage, Cuvillier, 2007)</i></p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>14</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Glas in Energie- und Umwelttechnik</i>			
Kürzel	<i>Glas</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Grundlagen Glas Glas für Energie- und Umwelttechnik</i>			
Semester:	<i>1. + 2.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. J. Deubener</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. J. Deubener</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik. Studierende, die den Bachelorstudiengang „Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der TU Clausthal mit einer Modulprüfung „Grundlagen Glas“ absolviert haben, müssen die Veranstaltung „Grundlagen Glas“ durch die Veranstaltung „Spezielle Technologie der Gläser (4 CP) ersetzen.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>3 V (Grundlagen Glas) 3 V (Glas für Energie- und Umwelttechnik)</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Grundlagen Glas</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
	<i>Glas für Energie- und Umwelttechnik</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
Kreditpunkte:	<i>8</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Kenntnisse in Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudien- gang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i><u>Grundlagen Glas:</u> Die Studierenden erlernen die physikalischen und chemischen Grundlagen nichtmetallisch anorganischer Werkstoffe, die Struktur/Gefüge-Eigenschaftskorrelationen, Eigenschaftsprofile von Gläsern und Glaskeramiken und erwerben Kompetenzen im Bereich Glaswerkstoffe und daraus abgeleiteter Werkstoffkombinationen sowie den branchenbegründenden Werkstoffklassen. <u>Glas für Energie- und Umwelttechnik:</u> Die Studierenden erlernen die Grundlagen des Einsatzes von Gläsern als aktive und passive Komponenten in der Architektur, dem Fahrzeugbau und in Systemen zur Lichterzeugung, Energiewandlung und –speicherung.</i>			
Inhalt:	<i><u>Grundlagen Glas:</u> 1. Def. Glaszustand: Strukturmodelle, Thermodynamik</i>			

	<p>2. Def. Glasbildung: kinetische Theorien, Keimbildung, Kristallwachstum, Entmischung</p> <p>3. Beispiele für Glaszusammensetzungen: Kiesel-, Silicat-, Phosphat-, Boratgläser</p> <p>4. Viskosität, Fragilität</p> <p>5. Dichte und thermische Ausdehnung</p> <p>6. Wärmekapazität und Wärmetransport</p> <p>7. Elastizität, Festigkeit, Bruchverhalten, Lebensdauer, Brechung, Dispersion, optische Gläser</p> <p>8. Absorption, Ligandenfeldtheorie, Färbung, Ionenleitung, elektrische Leitung, dielektrische Verluste</p> <p>9. chemische Beständigkeit, Korrosion, Alterung, Löslichkeit, Permeation, Diffusion</p> <p><u>Glas für Energie- und Umwelttechnik:</u></p> <p>1. Strahlung-Materie-Wechselwirkung</p> <p>2. Optische Eigenschaften von Glas</p> <p>3. Selektive Reflexion – Selektive Absorption – Frequenzwandlung</p> <p>4. Glasoberfläche – Beschichtungstechnologien</p> <p>5. "Schaltbare" Gläser – smart windows</p> <p>6. Oxidhalbleiter</p> <p>7. Ionenbeweglichkeit</p> <p>8. Leuchtstoffe</p> <p>9. Faserverstärkung</p>
Prüfungsleistungen:	Das Modul wird in Form einer 120-minütigen Klausur oder einer 45-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.
Medienformen:	Tafel, Folien, Powerpoint, Skript
Literatur:	<p>A.K. Varshneya: <i>Fundamentals of inorganic glasses, Society of Glass Technology, Sheffield 2006</i></p> <p>Thematische Zeitschriftenartikel (Reviews) wie:</p> <p>R.K Brow et al.: <i>A survey of energy and environmental applications of glass, JECS 29 (2009) 1193</i></p> <p>J. Deubener et al.: <i>Glasses for solar energy conversion systems JECS 29 (2009) 1203</i></p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>15</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Nanotechnologie</i>			
Kürzel	<i>NanoTech</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Nanopartikel und nanoskalige Materialien (Einführung in nanoskalierte Materialien) Elektrochemische Nanotechnologie</i>			
Semester:	<i>1. + 2.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. F. Endres</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. F. Endres</i>			
Sprache:	<i>Deutsch, auf Wunsch Englisch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>2V (Nanopartikel und nanoskalige Materialien) 1V (Elektrochemische Nanotechnologie)</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Nanopartikel und nanoskalige Materialien</i>	<i>28</i>	<i>62</i>	<i>90</i>
	<i>Elektrochemische Nanotechnologie</i>	<i>14</i>	<i>16</i>	<i>30</i>
Kreditpunkte:	<i>4</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse der Physik, Chemie und Materialwissenschaft, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>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.</i>			
Inhalt:	<i><u>Nanopartikel und nanoskalige Materialien</u> 1. Metallische Nanostrukturen - quantenmechanische Grundlagen - Schrödinger-Gleichung - Teilchen im 1-, 2- und 3-dimensionalen Kasten - metallische Nanopartikel in der Katalyse 2. Halbleiternanostrukturen - Bändertheorie - Zustandsdichten</i>			

	<ul style="list-style-type: none"> - Größenabhängigkeit der Bandlücke - Anwendungen <p>3. Nanokristalline Metalle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grenzflächenphänomene - Hall-Petch-Beziehung - chemische und mechanische Eigenschaften <p>4. Kohlenstoffnanoröhrchen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Eigenschaften - Anwendungen <p>5. Nanoskalierte Polymerkomposite</p> <p>6. Sol-Gelverfahren zur Herstellung von nanoskalierten Oberflächenbeschichtungen</p> <p>7. Nanoskalierte Metalloxide (z.B. ZnO, SiO₂)</p> <p>8. Metall-Nichtmetallkomposite (z.B. Al/Al₂O₃)</p> <p>9. Elektrochemische Verfahren</p> <p>10. Toxikologie von Nanopartikeln</p> <p>11. Industrielle Anwendung nanoskalierter Materialien</p> <p><u>Elektrochemische Nanotechnologie</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elektrochemische Spannungsreihe und Elektrodenpotentiale 2. Ionische Flüssigkeiten 3. Potentiostaten und Pulsgeneratoren 4. Keimbildung und Kristallwachstum 5. Rastertunnelmikroskopie 6. Nanostrukturierung mit dem Rastertunnelmikroskop 7. Elektrochemische Halbleiterabscheidung und in situ Charakterisierung 8. Elektrochemische Herstellung nanokristalliner Metalle und Komposite
Prüfungsleistungen:	Das Modul wird in Form einer 60-minütigen Klausur oder einer 30-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.
Medienformen:	Tafel, Folien, Skript
Literatur:	<p>P. M. Ajayan, L. S. Schadler, P. V. Braun, <i>Nanocomposite Science and Technologies</i>, Wiley-VCH 2003, ISBN: 3-527-30359-6</p> <p>W. Höland, G. Beall, <i>Glas-Ceramic Technology</i>, American Ceramic Society, Westerville 2002</p> <p>J. Sandler, <i>Kunststoffe</i>, Vol. 90, 94-96 (2000)</p> <p>J. Fendler, <i>Nanoparticles and nanostructured films</i>, Wiley-VCH 1998, ISBN: 3-527-29443-0</p> <p>P. Yang, <i>The chemistry of nanostructured materials</i>, World Scientific 2003, ISBN: 981-238-565-7</p> <p>W. J. Lorenz, W. Plieth, <i>Electrochemical Nanotechnology</i>, Wiley-VCH 1998, ISBN: 3-527-29520-8</p> <p>P.M. Ajayan, <i>Chem. Rev.</i>, 99 (1999) 1787</p>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>16</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen</i>			
Kürzel	<i>BatSysBZ</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen</i>			
Semester:	<i>1.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. rer. nat. Heinz Wenzl</i>			
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. rer. nat. Heinz Wenzl</i>			
Sprache:	<i>Deutsch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen 3 V/Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Batteriesystemtechnik und Brennstoffzellen</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
Kreditpunkte:	<i>4</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Grundkenntnisse auf den Gebieten Elektrizitätslehre/Elektrotechnik, Physikalische Chemie, Thermodynamik und Elektrochemie, wie sie beispielweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>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 auf alle Aspekte solcher Systeme über ihre die gesamte Lebensdauer.</i>			
Inhalt:	<i>1. Batterien und Brennstoffzellen Grundlegende Begriffsdefinitionen; Einsatzbereiche von Akkumulatoren und Brennstoffzellen; Beschreibung und Einordnung von Systemen 2. Elektrochemische Grundlagen Reaktionsabläufe und ihre Auswirkungen; Materialumsätze; Auswirkung der chemischen Umwandlungen auf Volumen, Leitfähigkeit, Temperatur 3. Verschaltungen von Batterien und Brennstoffzellen Auswirkungen verschiedener Verschaltungsvarianten auf Gesamtsysteme und deren Komponenten 4. Grundlagen zur Modellbildung Aufgaben und Ansätze verschiedener Modelle; Darstellung</i>			

	<p><i>relevanter Phänomene durch elektrische Ersatzschaltbildelemente</i></p> <p><i>5. Laden und Entladen</i> <i>Ladeverfahren; Optimierung der Betriebsbedingungen</i></p> <p><i>6. Zustandsbestimmung und Überwachung</i> <i>Überwachung und Kontrolle; Fehlerdiskussion von mehrzelligen Batterien anhand geeigneter Ersatzschaltbilder; Korrosion; Alterung und Lebensdauer; Sicherheitsfragen</i></p> <p><i>7. Planung, Auslegung und Auswahl von Systemen</i> <i>Dimensionierung anhand verschiedener Kriterien; Einfluß der Betriebsbedingungen</i></p> <p><i>Exkursion im Rahmen der Veranstaltung zu Johnson Controls (Besichtigung der Fertigung und Gespräch mit Experten)</i></p>
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 30-minütigen mündlichen Prüfung oder einer Klausur abgeprüft.</i>
Medienformen:	<i>Folien, Tafelbilder, Datenblätter</i>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Skript (Powerpoint)</i> • <i>Standardliteratur aus dem Bereich Batterietechnik und Akkumulatoren</i> • <i>Wenzl: Batterietechnik, expert-Verlag</i> • <i>Berndt: Maintenance-Free Batteries, Research Studies Press Ltd.</i> • <i>Hamann, Vielstich: Elektrochemie, Wiley-VCH</i>

Studiengang:	<i>Master Energie und Materialphysik</i>			
Modulnummer	<i>17</i>			
Modulbezeichnung:	<i>Festkörperchemie</i>			
Kürzel	<i>FeKöChem</i>			
ggf. Untertitel				
Lehrveranstaltungen:	<i>Festkörperchemie</i>			
Semester:	<i>1.</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Gjikaj, Mimoza, PD Dr. rer. nat.</i>			
Dozent(in):	<i>Gjikaj, Mimoza, PD Dr. rer. nat.</i>			
Sprache:	<i>Deutsch</i>			
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Energie und Materialphysik.</i>			
Lehrform / SWS:	<i>Festkörperchemie 3 V/Ü</i>			
Arbeitsaufwand:	<i>Veranstaltung</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Eigenstudium</i>	<i>Summe</i>
	<i>Festkörperchemie</i>	<i>42</i>	<i>78</i>	<i>120</i>
Kreditpunkte:	<i>4</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:	<i>Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Mathematik und anorganischer Chemie, wie sie beispielsweise im Bachelorstudiengang Energie und Materialphysik der TU Clausthal vermittelt werden.</i>			
Lernziele / Kompetenzen:	<i>Dieses Modul vermittelt den Studierenden vertiefte Kenntnisse aus dem Bereich der modernen Festkörperchemie. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Strukturen, Stoff- und Materialeigenschaften mit der chemischen Bindung in Festkörper zu erklären.</i>			
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <i>-Symmetrie als Ordnungsprinzip für Kristallstrukturen</i> <i>-Beschreibung chemischer Strukturen</i> <i>-Kugelpackungen bei Verbindungen und Kugelpackungen mit besetzten Lücken</i> <i>-Verknüpfte Polyeder</i> <i>-Element-, Ionen- und Molekülstrukturen</i> <i>-Struktur, Energie und chemische Bindung</i> <i>-die effektive Größe von Atomen und Ionen</i> <i>-MO-Theorie, Bänder-Modell und chemische Bindung in Festkörpern</i> <i>-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen behandelt.</i> 			
Prüfungsleistungen:	<i>Das Modul wird in Form einer 60-minütigen Klausur oder einer 45-minütigen mündlichen Prüfung abgeprüft.</i>			
Medienformen:	<i>Tafel, Tageslichtprojektor, PowerPoint Präsentation, Folien, Skript, Demonstrationen, Strukturmodelle, Handouts,</i>			
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <i>• E. Riedel, Hrsg.: Moderne Anorganische Chemie, deGruyter, 3. Aufl. (2007).</i> <i>• U. Müller: Anorganische Strukturchemie, B.G. Teubner</i> 			

Verlag, Stuttgart, 6. Aufl. (2008)

- *A. R. West: Grundlagen der Festkörperchemie, Wiley-VCH (1992)*