



**Hochschule
Bonn-Rhein-Sieg**
University of Applied Sciences

**Modulhandbuch
des Master-Studiengangs
„Materials Science and Sustainability Methods“**

**Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg**

Version 2

Stand: 05.10.2022

Pflichtfächer:

Sustainable Materials 1 (Funktionalisierte Werkstoffe).....	3
Materials Processing 1 (Conventional Processing Techniques).....	5
Materials Analysis 1 (Solid State Analytics).....	7
Schlüsselqualifikationen	9
Sustainable Materials 2 (Renewables)	11
Materials Processing 2 (Additive Manufacturing)	13
Simulationsmethoden	15
Nachhaltigkeitskonzepte	17
Sustainable Materials 3 (Composites and Hybrid Structures).....	19
Sustainable Materials 4 (Strukturmaterialien).....	21
Materials Analysis 2 (Polymer Analytics)	23
Integrierte Managementsysteme	25
Masterprojekte 1, 2 und 3.....	28
Abschlussarbeit	30

Ausgewählte Wahlpflichtfächer:

Werkstoffe der Luft- und Raumfahrt	32
Kunststoffrecycling und Maritime Müllproblematik.....	34
Einführung in die Molekulardynamik	35
Festkörperphysik und -eigenschaften	38
Statistische Versuchsplanung	40
Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik	42
Additive Fertigung keramischer Bauteile.....	44

Modulbezeichnung:	Sustainable Materials 1 (Funktionalisierte Werkstoffe)																		
Studiensemester:	1. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Peter Kaul																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Peter Kaul, Prof. Dr. Michael Bäcker, Prof. Dr. Johannes Steinhaus																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 1. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform / SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">75</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	45	Ü:	15	15	P:	15	15	Summe:	75	75	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	45	45																	
Ü:	15	15																	
P:	15	15																	
Summe:	75	75																	
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden																			
Kreditpunkte:	5 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelor-Niveau in Mathematik, Physik sowie in Materialwissenschaften																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • den (mikrostrukturellen) Aufbau und die physikalisch-technologische Funktionsweise funktionalisierter Materialien erläutern, • Anwendungsbeispiele funktionalisierter Werkstoffe in den Bereichen Energie- und Umwelttechnik, Sensortechnik, Supraleitung sowie in der Medizintechnik erläutern, • die jeweiligen Besonderheiten, Einsatzbereiche, spezifischen Vor- und Nachteile sowie Herstellungsprozesse erläutern <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen der Festkörperphysik kennen, • die wichtigsten Grundlagen für funktionalisierte Halbleiter kennen, • die Eigenschaften der wichtigen Beschichtungs-, Matrix-, Faser- und Füllstoffsysteme kennen, • die Eigenschaften funktionalisierter Halbleitermaterialien in verschiedenen Anwendungsbereichen kennen, <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Material- und Funktionalisierungskonzepte auf die jeweiligen Anwendungsfälle optimal zu definieren, auszulegen und anzuwenden, • die Eigenschaften der Verbunde zu prognostizieren und zu bewerten. 																		
Inhalt:	<u>Vorlesung:</u> Begriffsdefinition „Funktionalisierte Werkstoffe“																		

	<p>Aufbau, Funktionsweise, Eigenschaften, Herstellungsprozesse, Prüfverfahren und Einsatzgebiete funktionalisierter polymerer, metallischer, keramischer sowie Verbundmaterialien mit den Schwerpunkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festkörperphysik • Materialien für die nachhaltige Energie- und Umwelttechnik • Materialien der Sensor- und Aktortechnik • Biomedizinische Materialien • Wechselwirkungen funktionalisierter Werkstoffe mit unterschiedlichen Umgebungsmedien
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet</p> <p>Schriftliche (90 Minuten) oder mündliche (30 Minuten) Prüfung</p>
Medienformen:	<p>V: PP, Overhead, Tafel</p> <p>Ü/P: PP, Overhead, Tafel, Programmieren mit LabView, Messtechnik</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Göpel/Ziegler: Struktur der Materie: Grundlagen, Mikroskopie und Spektroskopie, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart – Leipzig; 1994 • William D. Callister und David G. Rethwisch: Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley-VCH, Weinheim, 2013, ISBN: 978-3-527-33007-2 • Volkmar Stenzel und Nadine Rehfeld: Funktionelle Beschichtungen, Vincentz Network, Hannover, 2013, ISBN 3-86630-876-3, ISBN 978-3-86630-876-3 • Hansgeorg Hofmann und Jürgen Spindler: Verfahren in der Beschichtungs- und Oberflächentechnik, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2010, ISBN: 978-3-446-42378-7 • Elvira Möller: Handbuch Konstruktionswerkstoffe: Auswahl, Eigenschaften, Anwendung, Carl Hanser Verlag, München, 2008, ISBN 978-3-446-40170-9 • Erich Winthermantel und Suk-Woo Ha: Medizintechnik: Life Science Engineering, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009, e-ISBN 978-3-540-93936-8

Modulbezeichnung:	Materials Processing 1 (Conventional Processing Techniques)	
Studiensemester:	1. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach	
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach, Prof. Dr. Johannes Steinhaus	
Sprache:	Englisch	
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 1. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods	
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 45	45
	Ü: 15	15
	P: 15	15
	Summe: 75	75
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden	
Kreditpunkte:	5 ECTS	
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau in den Gebieten der Mathematik, Physik und Materialwissenschaften	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die grundlegenden Materialverarbeitungstechniken erklären, • die prozessbedingten Materialverformungs- und Umwandlungsmechanismen auf der Makro- und Mikroebene erklären, • die Prozesskette der verschiedenen Rohmaterialien zum Halbzeug oder Fertigteil erklären, • Nachhaltigkeitsaspekte hinsichtlich Rohmaterialherstellung und Recyclingpotential evaluieren <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Materialverarbeitungswege vergleichen, • Prozess-Eigenschafts-Beziehungen korrelieren, • mikrostrukturelle und mechanische Eigenschaften untersuchen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu entscheiden, welche Verarbeitungstechnik für welche Anwendung geeignet ist, • die Verarbeitungshistorie eines Bauteils zu identifizieren, • Bauteilfehler in Bezug auf Materialverarbeitungsfehler zu untersuchen und bewerten. 	
Inhalt:	<p>Thermoplastische Kunststoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arten und Eigenschaften von Thermoplasten • Schmelzen und Mischen von Thermoplasten • Urform- und Umformprozesse • Faserherstellung und –verarbeitung • Spanende Verarbeitung • Schweißen und Verbindungstechniken • Nachhaltigkeitsaspekte in der Kunststoffherstellung 	

	<p>Metalle und Keramiken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primäre Metallverarbeitungsprozesse, insb. Ur- und Umformungsprozesse • Sekundäre Metallverarbeitungsprozesse, insb. spanende Bearbeitung und Wärmebehandlung • Nachhaltigkeitsaspekte in der Metallherstellung • Einfluss verschiedener Metallverarbeitungsprozesse auf die resultierende Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften • Verarbeitungsprozessschritte bei technischen Keramiken und deren Einfluss auf Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften • Einführung in die computergestützte Prozessauswahl in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte
Studien-/ Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet</p> <p>Schriftliche Prüfung (120 Minuten) oder Vortrag (mit Fragerunde 30 Minuten)</p>
Medienformen:	<p>V/Ü: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard, studentische Vorträge</p> <p>P: Demonstrationsversuche, Exkursionen</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Fritsche, Cornelia - Fachkunde Kunststofftechnik - 4., verb. Aufl., Haan-Gruiten: Verl. Europa-Lehrmittel, 2014. • Oswald, Tim. Polymer Processing, Carl Hanser Verlag, 2006. • Rauwendaal, Chris - Understanding Extrusion, 2nd Ed., Carl Hanser Verlag, 2010. • Lumley, Fundamentals of aluminium metallurgy, WP 2011 • Ashby & Jones, Engineering Materials 2, Butterworth Heinemann, 1999 • Campbell, Complete casting handbook, 2nd Edition, Elsevier 2015 • Barsoum, Fundamentals of Ceramics, IOP Publishing Ltd 2003 • Salmang & Scholze, Keramik, 7. Auflage, Springer, 2007 • Ansys Granta EduPack software, ANSYS, Inc., (www.ansys.com/materials) • Ashby, Material Selection in Mechanical Design, Elsevier 2005

Modulbezeichnung:	Materials Analysis 1 (Solid State Analytics)																		
Studiensemester:	1. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Marc Williams																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Marc Williams																		
Sprache:	Englisch																		
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 1. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">105</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	60	Ü:	15	30	P:	15	15	Summe:	75	105	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	45	60																	
Ü:	15	30																	
P:	15	15																	
Summe:	75	105																	
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden																			
Kreditpunkte:	6 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagenwissen in den Bereichen Physik, Chemie und Analytik aus den Bachelorvorlesungen																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständig Analysestrategien für verschiedene Feststoffe mit ihren charakterisierenden Eigenschaften entwickeln und die zugehörigen Messungen durchführen, • Kriterien entwickeln um Messergebnisse beispielsweise aus der Fachliteratur kritisch zu bewerten <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • in der Vorlesung die Funktionsweise und Limitierungen einer Bandbreite von Festkörperanalysemethoden lernen, • im Praktikum für eine analytische Fragestellung im Team eine Analysestrategie entwickeln, die Messmethoden anwenden und auswerten und dabei typische Fehlerquellen identifizieren lernen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im beruflichen Umfeld als Experte für Materialien und deren Analysemethoden fungieren zu können, • Sich in interdisziplinären Teams zurechtzufinden, Ergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren. 																		
Inhalt:	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charakterisierende Eigenschaften von Feststoffen • Funktionsweise einer Bandbreite an analytische Methoden für die Messung verschiedener Feststoffeigenschaften wie chemische Zusammensetzung, Kristallstruktur, Eigenschaften von kontinuierlicher Phase & Oberflächen und Partikelgröße • Anwendungsbeispiele in der in-situ Analytik, insbesondere aus Produktionsprozessen und der Katalyse 																		

	<p>Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übungen zur Berechnung und Auswertung mit Bezug auf Methoden aus der Vorlesung • Auswertung und kritische Auseinandersetzung mit Messungen aus der Fachliteratur <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung eines fiktiven Analyseauftrags im Team mit Präsentation auf Englisch. • Identifizierung und Charakterisierung von technischen Materialien mit den in der Vorlesung verinnerlichteten Methoden
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung in mündlicher (30 min) oder schriftlicher (120 min) form – benotet.
Medienformen:	<p>Vorlesung: Folien, Whiteboard und online Unterlagen zur Nachbereitung</p> <p>Übung: Aufgabensammlung, Whiteboard, Folien, Fachartikel</p> <p>Praktikum: Schriftliche Versuchsanleitung, Fachartikel, Messprotokolle</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Skoog, Holler, Crouch: Principles of Instrumental Analysis (2017) • Hermann: Crystallography and Surface Structure – (2016) • Pecharsky, P.Y. Zavalij: Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Springer, (2009) (https://doi.org/10.1007/978-0-387-09579-0) • Massa, Kristallstrukturbestimmung, Springer, (2015) (https://doi.org/10.1007/978-3-658-09412-6) • Niemantsverdriet: Spectroscopy in Catalysis, Wiley (2007) • Artikel aus der Fachliteratur

Modulbezeichnung:	Schlüsselqualifikationen																		
Studiensemester:	1. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Tatjana Radowitz																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Tatjana Radowitz																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 1. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus V: 3 SWS Ü: 2 SWS P: 0 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">75</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	45	Ü:	30	30	P:	0	0	Summe:	75	75	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	45	45																	
Ü:	30	30																	
P:	0	0																	
Summe:	75	75																	
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden																			
Kreditpunkte:	5 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Gute Deutschkenntnisse																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen der lösungsorientierten Kommunikation anwenden • sich selbst und andere besser führen und motivieren • ihr Arbeitspensum besser organisieren und ihre Zeit sinnvoll planen • sich Ziele setzen und erreichen • Feedback geben und nehmen • Zielgruppen analysieren und entsprechend kommunizieren, präsentieren, moderieren und Wissen transferieren • Mitarbeitergespräche vorbereiten und durchführen <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden anwenden, die zu einer guten Verbindung zu Einzelnen und Gruppen führen • ihre eigenen Verhaltenspräferenzen kennen und die ihres Gegenübers erkennen • Arbeitsaufträge klären • situativ entscheiden, welche Strategien zielführend sind <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zielorientierter zu handeln • interpersonelle Probleme leichter lösen zu können • effektiver und effizienter Aufgaben lösen zu können 																		
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Kommunikation • Aktives Zuhören, Rapport herstellen • Paraphrasieren, Verbalisieren • Feedback geben und nehmen • Zeitmanagement 																		

	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele, SMART+ • Persönlichkeit und Kommunikation • Team und Teambuilding • Methoden einer erfolgreichen Präsentation I • Zielgruppenanalyse, Formulieren der Kernbotschaft • Storytelling • Methoden einer erfolgreichen Präsentation II, • Körperhaltung, Gestik, Mimik, Stimme, Zustandsmanagement • Kreativitätstechniken • Moderation • Führung I: Reifegrad und Führungsstile • Führung II: Mitarbeitergespräch als Führungsinstrument
Studien-/Prüfungsleistungen:	Die Studierenden schreiben während des Semesters Wissensspeicher, die benotet werden.
Medienformen:	V/Ü: PPT-Präsentationen, Videos, Tafel/Whiteboard, Flip-Chart, Moderationswände, Präsentationen der Studierenden, Einzel- und Gruppenübungen, Rollenspiele
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Hettl, Matthias K., Richtig führen ist einfach. Der Führungskompass zur wirksamen Mitarbeiterführung Taschenbuch – 2008 • Schulz von Thun, Friedemann, Miteinander reden, 1 Störungen und Klärungen, 2 Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung, 3 Das innere Team und situationsgerechte Kommunikation Taschenbuch – 2008 • Corssen, Jens, Der Selbst-Entwickler: Das Corssen Seminar, Verlag: marix Verlag ein Imprint von Verlagshaus Römerweg – 2008 • Seiwert, Lothar, Das 1x1 der Persönlichkeit: Mehr Menschenkenntnis und Erfolg mit dem persolog®-Modell (GU Einzeltitel Lebenshilfe) Taschenbuch – 6. August 2016 • Spies, Stefan, Der Gedanke lenkt den Körper: Körpersprache - Erfolgsstrategien eines Regisseurs, Verlag: HOFFMANN UND CAMPE VERLAG GmbH – 2010 • Atkinson, Cliff, Erzählen statt aufzählen: Neue Wege zur erfolgreichen PowerPoint-Präsentation; 2. Auflage. Gebundene Ausgabe – 2009 • von Kanitz, Anja, Crashkurs Professionell Moderieren - inkl. Arbeitshilfen online, 1. Auflage 2015 • Brinkmann Manuela (Hrsg.) (Autor), Tatjana Radowitz (Autor), Susanne Schulze (Autor), et.al., „Konfliktkost leicht verdaulich“ – Feedback geben im Business mit NLP, Besser mit Business NLP. Praxisbeispiele für positive Veränderungen Verlag: Deutscher Verband für Neuro-Linguistisches Programmieren; Seite 75 – 98, Auflage: 1. Aufl. -2010

Modulbezeichnung:	Sustainable Materials 2 (Renewables)	
Studiensemester:	2. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Margit Schulze	
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Margit Schulze	
Sprache:	Englisch	
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 2. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods	
Lehrform/SWS:	Das Modul besteht aus: V: 3 SWS Ü: 2 SWS P: 0 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 45	45
	Ü: 30	30
	P: 0	0
	Summe: 75	75
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden	
Kreditpunkte:	5 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau in den Gebieten der organischen und makromolekularen Chemie	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Technologien und Methoden zur Gewinnung, Isolierung, Reinigung und Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe erläutern und mit denen für fossile Rohstoffe vergleichen, • die Synthese und Produktion neuartiger biobasierter Materialien einschließlich Ausgangsverbindungen, Plattformchemikalien bzw. Zwischenprodukten beschreiben, • ihre Kenntnisse und Erfahrungen anwenden, um den gesamten Prozess der Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Entwicklung biobasierter Werkstoffe und deren Recyclingpotenzial zu gestalten, • Nachhaltigkeitsaspekte des Pflanzenanbaus/der Ernte bewerten <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen Bioraffinerie-Pfade vergleichen, • Korrelationen von Struktur und Eigenschaften ableiten, • anhand der chemischen Strukturen und abgeleiteten physikalisch-chemischen Eigenschaften eine Klassifizierung vornehmen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu entscheiden, welcher Bioraffinerietyp für welche Biomasse geeignet ist, • Vorschläge für geeignete Plattformchemikalien bzw. Endprodukte zu entwerfen, • den technologischen Reifegrad (Technological Readiness Level, TRL) der entsprechenden Prozesse bewerten zu 	

	können.
Inhalt:	<p>Vorlesung/Übungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle Inhalte müssen regelmäßig aktualisiert und an neuste Entwicklungen (natur-/materialwissenschaftliche, aber auch politische) angepasst werden • Nachhaltigkeitskonzepte in der chemischen Industrie • Nachwachsende Rohstoffe in der chemischen Industrie (Status quo und Zukunftsperspektiven) • Bereitstellung, Gewinnung, Reinigung und Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe • Biomassebasierte Produkte: typische Struktur-Eigenschaftsbeziehungen bzw. Eigenschaftsprofile • Anwendungsbereiche für Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen • Strategien zur Wiederverwendung und/oder Wiederverwertung von Materialien • Bioraffineriekonzepte als Alternative zu Rohölraffinerien • Chemische Familien erneuerbarer Materialien, Strukturen, Eigenschaften, Verfügbarkeit • Ökologische und ethische Aspekte der Biomassenutzung • Grundlagen von Kaskadennutzung und Power-to-X-Konzepten
Studien-/Prüfungsleistungen:	Schriftliche Modulprüfung (120 Minuten), Übungen und Präsentation (30 Minuten inkl. Fragerunde) – benotet.
Medienformen:	V/Ü: Beamer, Tafel, Präsentationen der Studierenden, Exkursion.
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Kurt Wagemann and Nils Tippkötter, Biorefineries (2019) https://doi.org/10.1007/978-3-319-97119-3 • Arno Behr and Thomas Seidensticker, Einführung in die Chemie nachwachsender Rohstoffe (2018) https://doi.org/10.1007/978-3-662-55255-1 • Roadmap Chemie 2050 (2019) ISBN:978-3-89746-223-6. https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgasneutralitaet.pdf • Scientific publications (available via LEA). Literature search is required for most recently published paper (via HBRS library access to Web of Science, SciFinder etc.)

Modulbezeichnung:	Materials Processing 2 (Additive Manufacturing)																			
Studiensemester:	2. Semester																			
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus																			
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus																			
Sprache:	Englisch																			
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 2. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																			
Lehrform/SWS:	Die Lehrinheit besteht aus Vorlesungen und Übungen: V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS																			
Arbeitsaufwand:	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td>75</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	45	Ü:	15	15	P:	15	15	Summe:	75	75	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden			
	Präsenzstunden	Eigenstudium																		
V:	45	45																		
Ü:	15	15																		
P:	15	15																		
Summe:	75	75																		
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden																				
Kreditpunkte	5 ECTS																			
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine																			
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau in den Gebieten der Mathematik, Physik, und Materialwissenschaften																			
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die typischen additiven Fertigungsmethoden erklären, • die Materialveränderungen beschreiben, die erforderlich sind, um einzelne Schichten erfolgreich zu generieren, • die typischen Prozessschritte und erforderlichen Einstellungen (pre-processing, Stützstrukturen, Druckparameter und post-processing) den jeweiligen additiven Fertigungsmethoden zuordnen, • die unterschiedlichen Eigenschaften der Materialien für die additive Fertigung benennen sowie die Unterschiede zu konventionell verarbeiteten Materialien, • die Nachhaltigkeitsaspekte der verschiedenen additiven Fertigungsmethoden bewerten <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen additiven Fertigungsprozesse miteinander vergleichen, • die Prozess-Eigenschafts-Beziehungen korellieren, • mikrostrukturelle und mechanische Eigenschaften additiv gefertigter Bauteile untersuchen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • entscheiden, welche additive Fertigungsmethode für welche Anwendung geeignet ist, • die additive Verarbeitungshistorie eines Bauteils zu identifizieren, • Bauteilfehler in Bezug auf Kunststoffverarbeitungsfehler zu untersuchen und bewerten. 																			

Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die additive Fertigungsverfahren • Grundlagen der additive Fertigung • Stereolithographie SLA • Selectives Laser Sintern SLS • Fused Deposition Modelling FDM • Laminated Object Manufacturing LOM • 3-D-Printing (3DP / TDP) • Rapid Tooling • Regeln für Entwürfe, die mittels additive Fertigungsverfahren hergestellt werden • Datenverarbeitung, 3D-Scanning und STL-Daten • Materialien für die additive Fertigung
Studien-/Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet</p> <p>Schriftliche Prüfung (90 min) oder Vortrag (mit Fragerunde 30 min)</p>
Medienformen:	<p>V/Ü: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard, studentische Vorträge</p> <p>P: Demonstrationsversuche, Exkursionen</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Andreas Gebhardt, Jan-Steffen Hötter. Additive Manufacturing, Hanser Publishers, 2016 • Kaufui V. Wong and Aldo Hernandez. A Review of Additive Manufacturing. International Scholarly Research Network, ISRN Mechanical Engineering, Volume 2012, Article ID 208760 • Andreas Gebhardt. Additive Fertigungsverfahren - Additive Manufacturing und 3D-Drucken für Prototyping - Tooling – Produktion. Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2017 • Roland Lachmayer, Rene Bastian Lippert. Additive Manufacturing Quantifiziert - Visionäre Anwendungen und Stand der Technik, Springer Berlin Heidelberg, 2017

Modulbezeichnung:	Simulationsmethoden																			
Studiensemester:	2. Semester																			
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach																			
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach																			
Sprache:	Deutsch																			
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 2. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																			
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS Ü: 2 SWS P: 1 SWS																			
Arbeitsaufwand:	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td>75</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	30	30	Ü:	30	30	P:	15	15	Summe:	75	75	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden			
	Präsenzstunden	Eigenstudium																		
V:	30	30																		
Ü:	30	30																		
P:	15	15																		
Summe:	75	75																		
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden																				
Kreditpunkte:	5 ECTS																			
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine																			
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse von Statik und Festigkeitslehre, z.B. im Umfang des B.Sc.-Moduls Festkörpermechanik																			
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • strukturmechanische Finite Elemente Simulationen durchführen, • sinnvolle Materialien für technische Bauteile identifizieren <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • komplexe Bauteil- und Belastungssituationen vereinfachen, • Bauteilgeometrien mittels Ansys Workbench oder APDL modellieren, • geeignete Materialien mit Hilfe von Datenbanken suchen, • notwendige Materialeigenschaften definieren, • vernünftige Vernetzungen erstellen und Konvergenzuntersuchungen durchführen, • realistische Randbedingungen definieren, • Finite Elemente Simulationen durchführen und auswerten <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • mechanisch belastete Bauteile zu dimensionieren oder zu bewerten, • Kerbwirkungen zu untersuchen, • Werkstoffversuche nachzurechnen, • Lebensdauer- und Zuverlässigkeitsbewertungen durchzuführen. 																			

Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Finite Elemente Modellierung • Statisch-mechanische FEM-Analysen mittels Ansys Workbench und APDL • Strukturmechanische Elementtypen (Stab-, Balken-, Platten-, Schalen-, Volumen-Elemente) • Nichtlineare FEM-Simulationen (Kontakt, Plastizität, große Verformungen) • Thermo-mechanische Simulationen • Modalanalyse und Eulersches Knicken • Explizite Dynamik • Computergestützte Materialauswahl
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Hausarbeit – benotet
Medienformen:	PPT-Präsentation, Tafel/Whiteboard, Vorlesungsskript, geführte und selbstständige Bearbeitung von schriftlichen Übungsblättern, selbstständige Modellierung der Fragestellungen für die Hausarbeit
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Ansys Help, ANSYS Inc., (www.ansys.com) http://www.ansys.com/materials • Dean, Introduction to Finite Element Method, University of Cambridge • Öchsner & Merkel, One-Dimensional Finite Elements, Springer • Lee, Finite Element Simulation with Ansys Workbench 19, SDC, 2019 • Ansys Granta EduPack software, ANSYS Inc., (www.ansys.com/materials)

Modulbezeichnung:	Nachhaltigkeitskonzepte																		
Studiensemester:	2. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Klaus Lehmann																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Klaus Lehmann, Dr. Stefan Albrecht, Dr. Michael Held																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 2. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 5 SWS (seminaristisch) Ü: 0 SWS P: 0 SWS Die Lehreinheit besteht aus zwei Teilen: Allgemeine Nachhaltigkeitskonzepte (3SWS, Lehmann) und Einführung in die Ganzheitliche Bilanzierung (Albrecht, Held 2 SWS)																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V/S</td> <td style="text-align: center;">45+30</td> <td style="text-align: center;">65+40</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">105</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V/S	45+30	65+40	Ü:	0	0	P:	0	0	Summe:	75	105		Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden	
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V/S	45+30	65+40																	
Ü:	0	0																	
P:	0	0																	
Summe:	75	105																	
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden																		
Kreditpunkte:	6 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Nachhaltigkeitsparadigma aus vielen Perspektiven erklären und diskutieren, • können Nachhaltigkeit als normativen Begriff einordnen, • können einen nachhaltig genannten Prozess oder Produkt abwägend einordnen <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Bilanzierungsverfahren kennen und deren Ergebnisse einordnen können, • die Funktionsweise der Redeweise von Nachhaltigkeit anhand diverser Beispiel und in unterschiedlichen methodischen Zugangsweisen reflektiert erfassen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • sich sachgerecht, argumentativ abwägend, reflektiert in aktuelle berufliche, unternehmerische und gesellschaftliche Debatten um die nachhaltigkeitsbezogenen Transformationen einzubringen, • dadurch die Transformationsprozesse als Bürger:in und Materialwissenschaftlerin eigenständig, sachgerecht und reflektiert begleiten zu können. 																		
Inhalt:	<p>Nachhaltigkeitskonzepte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historische, definitorische, ethische und diskursanalytische Einordnung des Nachhaltigkeitsbegriffs • SDGs und Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 																		

	<ul style="list-style-type: none"> • Planetary Boundaries und Donut-Ökonomie • Universalindikatorkonzepte MIPS und Ökologischer Fußabdruck • Massenbilanzierung • Grundlagen Klimawandel, Verhältnis von Wissen und Moral • Besprechung ausgewählter studentischer Beispiele • Einladung externer Experten zu Responsible Care, Nachhaltigkeit und Berufsplanung, oder zu CSR <p>Ganzheitliche Bilanzierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Hintergründe und Funktion der ganzheitlichen Bilanzierung • Besprechung einzelner Bilanzierungen und deren Ergebnisse • Simulationsübungen mit der Educational Software-Version GaBi von Sphera • Erörterung aktueller Bilanzierungsherausforderungen (Elektromobilität, Berücksichtigung Kreislaufprozesse, Berücksichtigung Nachwachsende Rohstoffe)
Studien-/Prüfungsleistungen:	Mündliche Modulprüfung (40 min in 2er-Gruppe) – benotet
Medienformen:	Seminaristischer Unterricht, auch hybrid möglich: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard, studentische Vorträge, Kleingruppenarbeiten, systematische Austauschrunden, Feedbackübungen, Simulationsprogramme, Rollenspiele, Exkursion
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Eyerer, Peter, Ganzheitliche Bilanzierung. Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen, Springer, Heidelberg, 1996 und aktuelle Fachveröffentlichungen aus dem Fraunhofer IBP. • Bundesregierung, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2021, Berlin 2021. • Global Policy Forum. Agenda 2030: Wo steht die Welt? 5 Jahre SDGs. Eine Zwischenbilanz, Bonn 2020. • Ott, Konrad et al., Handbuch Umweltethik, ausgew. Art., Metzler, Stuttgart, 2016. • Stibbe, Rosemarie, Globales Life-Cycle-Controlling. Footprinting in der Praxis, Springer, Wiesbaden, 2017. • Grunwald, Armin, Kopfmüller, Jürgen, Nachhaltigkeit, 3. Aufl., Campus, 2021. • Steffen, Will, Rockström, Johan et al., Planetary boundaries. Guiding human development on a changing planet, Science 347, 2015, 6223 and supl. • VCI. Dechema. Future Camp, Roadmap 2050. Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland, Wiesbaden 2019.

Modulbezeichnung:	Sustainable Materials 3 (Composites and Hybrid Structures)																		
Studiensemester:	3. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Möglinger, Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach, Prof. Dr. Johannes Steinhaus																		
Sprache:	Englisch																		
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtfach 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehrinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS (2 Exkursionen z.B. Schütz Composites, DLR)																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">75</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	45	Ü:	15	15	P:	15	15	Summe:	75	75	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	45	45																	
Ü:	15	15																	
P:	15	15																	
Summe:	75	75																	
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden																			
Kreditpunkte:	5 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau in den Gebieten der Physik, Materialwissenschaften und –verarbeitung.																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die relevanten Matrix-, Faser- und Füllstoffsyste me sowie deren Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden benennen, • das Steifigkeits- und Festigkeitsverhalten sowie das thermische Ausdehnungsverhalten modellieren und berechnen, • die Verbundkonzepte auf gegebene Problemstellungen anwenden, • die Nachhaltigkeitsaspekte beim Einsatz von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden bewerten <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Eigenschaften der wichtigen Matrix-, Faser- und Füllstoffsyste me kennen, • Weibull-Analysen und bruchmechanische Bewertungen durchführen, • das Wissen über die methodischen Berechnungs- und Modellierungsansätze auf Verbundkonzepte anwenden <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Verbundkonzepte auf die jeweiligen Anwendungsfälle optimal zu definieren und auszulegen • die Eigenschaften der Verbunde zu prognostizieren und zu bewerten. 																		
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung, Begriffe, Definition, Beispiele; • Fasermaterialien und Füllstoffsyste me; • Harzsysteme und Matrixmaterialien; 																		

	<ul style="list-style-type: none"> • Haftvermittlung; • Härtungskinetik und Bestimmung kinetischer Kenngrößen; • Verarbeitungsverfahren • Allgemeine Eigenschaften von Verbundwerkstoffen; • Steifigkeits- und Festigkeitsverhalten von Endlosfaserverbunden; • Steifigkeits- und Festigkeitsverhalten von Kurzfaserverbunden und teilchengefüllten Verbunden; • Modellierung des Steifigkeitsverhaltens von Kurzfaserverbunden • Grenzflächeneigenschaften, Versagensmechanismen und Schadenanalyse • Verbindungstechniken bei Composites und Hybrid Structures • Grundlegende Prinzipien von Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffen • Spannungsintensitätsfaktor & Bruchzähigkeit • Weakest-Link-Theorie • Herstellung, Charakterisierung und Beschreibung von Keramikmatrix-Verbundwerkstoffe
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet Schriftliche Prüfung (120 min) oder Vortrag (inkl. Fragerunde 30 min)
Medienformen:	V: PowerPoint-Folien, Tafel, Whiteboard Ü: Aufgabensammlung, Folien, Tafel, Flipchart, Vorträge P: Demoversuche und Exkursionen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • R. Janda, Kunststoffverbundsysteme, VCH Verlag • J. Summerscales, Microstructural Characterisation of Fiber-Reinforced Composites Tuttle, Structural Analysis of Polymeric Composite Materials • M. Neitzel, U. Breuer, Die Verarbeitungstechnik der Faser-Kunststoff-Verbunde, Hanser Verlag • T.D. Papathanasiou, D.C. Guell, Flow Induced Alignment in Composite Materials • Robert M. Jones, Mechanics of Composite Materials, Hemisphere Publishing Corporation • N.G. McCrum, C.P. Buckley, C.B. Bucknall, Principles of Polymer Engineering, Chapter 6 (Reinforced Polymers) • Lewis, Forensic Polymer Engineering – Why Polymer Products Fail • Talreja, Damage and Failure of Composite Materials • G. Habenicht: Kleben – Grundlagen, Technologie, Anwendungen Springer Verlag, ISBN 3-450-62445-7 • A.V. Pocius: Adhesion and Adhesive Technology – an Introduction Hanser Verlag, 3-446-17616-0 • DELO, Bond it – Reference book on bonding technology • Gross & Selig, Bruchmechanik, Springer, 2011 • Munz & Fett, ceramics, Springer 2011 • Barsoum, Fundamentals of ceramics, Taylor & Francis Group 2003 • Cantor et al., Metal and Ceramic Matrix Composites, IOP Publishing Ltd 2004 • Krenkel, Ceramic Matrix Composites, Wiley, 2008

Modulbezeichnung:	Sustainable Materials 4 (Strukturmaterialien)	
Studiensemester:	3. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. rer. nat. Steffen Witzleben	
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Christina Oligschleger, Prof. Dr. Steffen Witzleben, Dr. Moritz von Witzleben	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods	
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 45	25
	Ü: 35	25
	P: 15	5
	Summe: 95	55
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden	
Kreditpunkte:	5 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelor-Niveau in Mathematik, Physik, Chemie sowie in Materialwissenschaften	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Chemie, Zusammensetzung, Eigenschaften und Anwendungsgebiete der wichtigen anorganischer Werkstoffklassen: Keramiken, Gläser sowie silicatischer Bindemittel und Werkstoffe (Zemente, Wassergläser, Tone) erfassen, • Compositwerkstoffe dieser Werkstoffklassen und die Möglichkeiten der Entwicklung spezieller Eigenschaftsprofile, • fundierte Kenntnisse über moderne Methoden der Herstellung, Formulierung und Anwendung dieser Werkstoffe und können dieses Wissen auf die Praxis übertragen, • Die Studierenden kennen den aktuellen Stand des Einsatzes nachhaltiger Herstellverfahren dieser Werkstoffen und deren Grenzen, • Die erworbenen praktischen und methodischen Fähigkeiten wenden die Studierenden an, um den Einsatz von Werkstoffen planen zu können <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • eigenständig wichtige Struktur-Eigenschaftsbeziehungen wichtiger keramischer, amorpher und silicatischer Materialien wiedergeben können, • die Auswertung der verschiedenen Analysen hinsichtlich der Strukturen deuten, • Einflüsse der Herstellung auf die Eigenschaften der Materialien kennen, • zu einer bestimmten Fragestellungen die relevante 	

	<p>Originalliteratur zu recherchieren,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse in angemessener Form zusammenzufassen und in englischer Sprache zu präsentieren. <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Eigenschaften silicatischer Materialien deuten und wichtige Stoffumwandlungen erkennen, beschreiben und vorhersagen zu können, • eigenständig Lösungsansätze für die Entwicklung neuer silicatischer Materialien zu entwickeln, • eigenständig Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zuzuordnen.
Inhalt:	<p><u>Vorlesung / Übung:</u> Die Veranstaltung baut auf Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie auf, wie sie typischerweise in einem einschlägigen Bachelorstudiengang vermittelt werden.</p> <p><u>Vorlesung:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Glastechnologie Silicatgläser, Nicht-kristalline Substanzen - "Neue Gläser", Strukturaufklärung, Theorie und Experiment, Modellierung amorpher Substanzen, Oxidgläser, Chalcogenid- und Halidgläser, Metallische Gläser, Laser- und optoelektronische Eigenschaften, Mechanische Eigenschaften 2) Keramiken, Technologie, Strukturen, Eigenschaften, Nachhaltigkeit 3) Silicatische Baustoffe, Zementchemie und Bauchemie, Ermittlung und Bewertung der Nachhaltigkeit dieser Werkstoffe <p><u>Praktikum:</u> Vertiefung der Vorlesungsinhalte, insbesondere mittels</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von ausgewählten silicatischen Werkstoffen • Prüfung silicatischer Werkstoffe nach relevanten Normen • Demonstrationsversuche • Exkursionen • Simulationsexperimente
Studien-/Prüfungsleistungen:	Modulprüfung schriftlich (120 min) – benotet
Medienformen:	<p>V: PowerPoint-Präsentation, Whiteboard, Tafel (analog oder digital), Videomaterial</p> <p>Ü: Übungsaufgaben, Whiteboard, Tafel (a/d)</p> <p>Fachvorträge der Studierenden in Englisch</p> <p>P: schriftliche Versuchsanleitungen und Betriebsanweisungen, Einführungsvideos und PowerPoint-Präsentationen inkl. Seminar zum Praktikum (a/d), Videos und Online-Veranstaltungen (Englisch/Deutsch)</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Scholze, H.: Glas Vogel, W.: Glaschemie Kühne, • R.W. Cahn, P. Haasen, E.J. Kramer (eds.) Materials Science and Technology, Vol. 9 and Vol. 11 • Taylor: Cement Chemistry • Scholz, Hierse, Möring, Baustoffkenntnis, Werner-Verlag

Modulbezeichnung:	Materials Analysis 2 (Polymer Analytics)																
Studiensemester:	3. Semester																
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus																
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus																
Sprache:	Englisch																
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS																
Arbeitsaufwand:	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td>45</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td>75</td> <td>105</td> </tr> </tbody> </table> <p>Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 180 Stunden</p>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	60	Ü:	15	30	P:	15	15	Summe:	75	105	
	Präsenzstunden	Eigenstudium															
V:	45	60															
Ü:	15	30															
P:	15	15															
Summe:	75	105															
Kreditpunkte:	6 ECTS																
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine																
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau in den Gebieten der Physik, Polymerchemie, Materialwissenschaften und Instrumentelle Analytik																
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die typischen polymeranalytischen Untersuchungsmethoden erklären, • den Einfluss der Kunststoff-Verarbeitungshistorie auf die mikrostrukturellen, thermischen und mechanischen Eigenschaften erklären, • entscheiden, welche polymeranalytische Untersuchungsmethode für die Bereiche Prozessmonitoring, Qualitätssicherung, Materialvergleichsanalyse und Schadenanalyse geeignet ist, • die Qualität, Glaubwürdigkeit, Nachvollziehbarkeit und Verbesserungsfähigkeit einer Schadenanalyse aus der Literatur bewerten <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die verschiedenen polymeranalytischen Untersuchungs- und Prüfmethoden vergleichen, • ihre Eignung für eine analytische Fragestellung korellieren, • mikrostrukturelle, thermische und mechanische Eigenschaften ausgefallener Kunststoffteile im Vergleich zu intakten Bauteile untersuchen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu entscheiden, welche polymeranalytische Untersuchungsmethode für welche Problemstellung und Anwendung geeignet ist, • die Kunststoff-Verarbeitungshistorie eines Bauteils zu identifizieren, • Bauteilfehler in Bezug auf Kunststoffverarbeitungsfehler zu 																

	<p>untersuchen und zu bewerten,</p> <ul style="list-style-type: none"> eigenständig eine Kunststoff-Schadenanalyse durchzuführen.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> Kunststoffarten Einfluss der Kunststoffverarbeitung auf die Material- und Alterungseigenschaften Mechanische Prüfmethoden Thermische Analyse Mikroskopiemethoden Spektroskopie und chromatografische Methoden Computertomografie Alterungsanalysen Eignung analytischer Methoden für die Kunststoff-Schadenanalyse
Studien-/ Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet</p> <p>Schriftliche Prüfung (90 min) oder Vortrag (inkl. Fragerunde 30 min)</p>
Medienformen:	<p>V/Ü: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard, studentische Vorträge</p> <p>P: Demonstrationsversuche, Exkursionen</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> T.A. Osswald, G. Menges (2012): Materials Science of Polymers for Engineers, 3rd Edition, Carl Hanser Verlag (Munich) G.W. Ehrenstein, G. Riedel, P. Trawiel (2004): Thermal Analysis of Plastics – Theory and Practice, Carl Hanser Verlag (Munich) T.R. Crompton (2013): Thermal Methods of Polymer Analysis, Smithers Rapra Technology Ltd (Shawbury) P.R. Lewis, C. Gagg (2010): Forensic polymer engineering, CRC Press (Boca Raton) W. Grellmann, S. Seidler: Kunststoffprüfung, 3. aktualisierte Auflage (2015), Carl Hanser Verlag (München) G.W. Ehrenstein, G. Riedel, P. Trawiel: Thermische Analyse von Kunststoffen, Carl Hanser Verlag (München) G.W. Ehrenstein: Kunststoff-Schadensanalyse - Methoden und Verfahren, 1. Aufl. (1992), Carl Hanser Verlag, München Lewis, Forensic Polymer Engineering – Why Polymer Products Fail in Service

Modulbezeichnung:	Integrierte Managementsysteme																
Studiensemester:	3. Semester																
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Paul Melcher																
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Paul Melcher und/oder MSc. Julian Steiger																
Sprache:	Deutsch																
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 2 SWS P: 0 SWS																
Arbeitsaufwand:	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Präsenzstunden</th> <th>Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td>75</td> <td>75</td> </tr> </tbody> </table> <p>Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 150 Stunden</p>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	45	Ü:	30	30	P:	0	0	Summe:	75	75	
	Präsenzstunden	Eigenstudium															
V:	45	45															
Ü:	30	30															
P:	0	0															
Summe:	75	75															
Kreditpunkte:	5 ECTS																
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine																
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau im Gebiet der Qualitätssicherung																
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Nach der Taxonomie der Lernstufen nach BLOOM (1956) überarbeitet nach ANDERSON und KRATHWOHL (2001) haben die Studierenden auf den sechs Lernstufen (erinnern-verstehen-anwenden-analysieren-bewerten-erschaffen) die nachstehenden Kompetenzen.</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Managementmodelle erklären, • alle Forderungen der internationalen Normen zu Qualitätsmanagementsystemen (DIN EN ISO 9001), Umweltmanagementsystemen (DIN EN ISO 14001), Energiemanagementsystemen (DIN EN ISO 50001) und Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (DIN ISO 45001) verstehen und durch mündliche Vorträge erklären, • die Unterschiede zwischen Managementhandbüchern, Prozessen, Verfahren und Arbeitsanweisungen verstehen, • Nachhaltigkeitsziele und -aspekte in Integrierten Managementsystemen erkennen, und analysieren <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Normenkonformität in Integrierten Managementsystemen mit den zugehörigen Prozessen, Verfahren und Anweisungen analysieren, • die acht Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements und Methoden, wie 8D-Report, 5 Why und FMEA anwenden, • Qualitäts- und Prozesskosten abschätzen und berechnen, • mit dem erlerten Fachwissen den Normanforderungen 																

	<p>zugehörige Auditfragen erschaffen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Themen zu den 17 Nachhaltigkeitszielen in den Übungen mittels Internetrecherche analysieren und dabei Umwelt- und Energieaspekte vergleichen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu analysieren, welche Ergebnisse und Wechselwirkungen zwischen den Managementsystemen und Nachhaltigkeitszielen vorliegen, • zu entscheiden, wie Integrierte Managementsysteme mit deren Prozesslandkarte mit Führungs-, Realisierungs- und Unterstützungsprozessen zu erschaffen oder zu verändern sind, • Nachhaltigkeitsziele und -aspekte mit Integrierten Managementsystemen zu verbessern, • Beiträge zu EU-Nachhaltigkeitsberichten liefern zu können.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsatzfragen der Nachhaltigkeit und Managementmodelle • Auditierung von Managementsystemen gemäß DIN EN ISO 19011:2018 • Qualität (Begriffe und Grundlagen) • Integrierte Managementsysteme • Qualitätsmanagement gemäß DIN EN ISO 9001:2015 • Prozesse, Verfahren, Anweisungen • Umweltmanagement gemäß DIN EN ISO 14001: 2015 • Werkzeuge und Methoden • Energiemanagement gemäß DIN EN ISO 50001:2018 • Qualitätskosten und Prozesskosten • Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit gemäß DIN ISO 45001:2018 • Nachhaltigkeitsziele und -aspekte in Integrierten Managementsystemen
Studien-/ Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotete Portfolioprüfung</p> <p>Bestehend aus:</p> <p>25% Mündlicher Vortrag über mindestens eine Ausarbeitung (5 min)</p> <p>75 % Schriftliche Abschlussklausur (120 min)</p> <p>Beide Prüfungselemente müssen unabhängig voneinander bestanden werden.</p>
Medienformen:	<p>V/Ü: PPT-Präsentation, Videos, Whiteboard, studentische Vorträge, Protokollierung der Ergebnisse von Übungsaufgaben in Gruppenarbeiten auf der Lernplattform LEA zu einem Wiki</p>

Literatur:	<p>Klausurrelevante Primärliteratur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DIN EN ISO 9000 • DIN EN ISO 9001 • DIN EN ISO 14001 • DIN ISO 45001 • DIN EN ISO 50001 • DIN EN ISO 19011 <p>Literaturergänzung (Empfehlung für Masterarbeit oder Berufspraxis)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Binner, Hartmut, F. : „Ganzheitliche Businessmodell-Transformation -Systematische Prozessdigitalisierung mit dem MITO-Methoden-Tool“ Springer Vieweg Verlag, September 2020, 252 Seiten, ISBN 978-3-658-30232-0, Hardcover & eBook • BPM CBOK® - Business Process Management BPM Common Body of Knowledge, Version 3.0, Leitfaden für das Prozessmanagement von European Association of Business Process Management EABPM (Hrsg.) <p>Fachzeitschriften (Empfehlung für Masterarbeit oder Beruf)</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.qz-online.de/ • https://www.zfo.de/ • https://www.projektmagazin.de/ • https://www.vdi-nachrichten.com/ <p>Klausurrelevante Lernvideos zu den acht QM-Grundwerkzeugen</p> <ul style="list-style-type: none"> • YouTube: Melcher, DGQ <p>Aktuelle Sekundär- und Spezialartikel werden den Lerneinheiten auf LEA zugeordnet hochgeladen</p>
Sonstiges:	Zur eigenen Lernkontrolle existieren zu jeder Lehreinheit Lernkontrollfragen

Modulbezeichnung:	Masterprojekte 1, 2 und 3	
Studiensemester:	1. Semester, 2. Semester und 3. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus	
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Alle Dozenten	
Sprache:	Deutsch oder Englisch	
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtfach jeweils im 1., 2. und 3. Sem. MSc. Materials Science and Sustainability Methods	
Lehrform/SWS:	Die Lehrinheit besteht aus praktischen Projekten. V: 0 SWS Ü: 0 SWS P: 2 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium/ selbstständige praktische Arbeit:
	V: 0	0
	Ü: 0	0
	P: 30	150
	Summe: 30	150
	Summe total: 180 Stunden	
Kreditpunkte:	6 ECTS	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in wissenschaftlichem Arbeiten, Statistik und dem praktischen Arbeiten in Technika und Laboratorien auf Bachelor-Niveau	
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> eine komplexe, praktische Fragestellung innerhalb eines begrenzten Zeitraums definieren, bearbeiten und die Ergebnisse kommunizieren <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> im Studium erlernte, geeignete Vorgehensweisen, Strategien und Methoden auswählen, anwenden und erproben, die gewonnenen Ergebnisse mithilfe ihres erlernten Fachwissens evaluieren und hinterfragen, geeigneten Kriterien zur technischen und nachhaltigen Bewertung festlegen und anhand dieser die gewonnenen Ergebnisse bewerten, die Projektergebnisse in geeigneter Form aufbereiten, darstellen und kommunizieren <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> aktuelle Fragestellungen in den Bereichen Technik, Wissenschaft, Gesellschaft und Nachhaltigkeit in einem Projekt umfassend zu beantworten. 	
Inhalt:	Innerhalb eines aktuell festgelegten Projekts soll eine materialwissenschaftliche Fragestellung aus den Bereichen Materialentwicklung, -prüfung/-analytik, Produktentwicklung, Prozessoptimierung oder Nachhaltigkeitsbewertung umfassend bearbeitet werden.	

	<p>Die Fragestellungen können dabei praktisch in Laboratorien/Technika und/oder theoretisch, beispielsweise mittels Simulation, Modellierung oder Recherchen, bearbeitet werden.</p> <p>Die Projekte werden von Einzelstudierenden oder in Gruppen von maximal drei Studierenden durchgeführt.</p> <p>Art und Umfang der wissenschaftlichen Dokumentation richtet sich nach der zu bearbeiteten Fragestellung und ist mit dem / der jeweiligen Dozenten / Dozentin abzustimmen.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen:	Vortrag (10 min) und Bericht (ca. 20 Seiten), unbenotet
Medienformen:	PP, Overhead, Whiteboard,
Literatur:	Die Literatur wird durch die zugrunde gelegte Fragestellung im Projekt definiert.

Modulbezeichnung:	Abschlussarbeit
Studiensemester:	4. Semester
Modulverantwortliche(r):	Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs
Sprache:	Deutsch oder Englisch
Zuordnung zum Curriculum	Pflichtleistung 4. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods
Lehrform/SWS:	<p>Die Abschlussarbeit kann wahlweise an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, an einer der Partnerhochschulen, an einer anderen geeigneten Hochschule oder Forschungsinstitution sowie in einem geeigneten Unternehmen im In- oder Ausland durchgeführt werden, welches Forschungsaktivitäten anbietet, die mit dem Schwerpunkt des Studienprogramms übereinstimmen.</p> <p>Während der Masterthese werden die Studierenden durch mindestens einen Professor/eine Professorin des Fachbereichs betreut, der/die zudem die Abschlussarbeit bewertet. Einzelheiten hierzu können der Masterprüfungsordnung (MPO) entnommen werden.</p>
Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 17,5 Wochen mit einem Arbeitsaufwand von 40h/Woche</p> <p>Eigenstudium (Verfassen der These, Vorbereitung der Präsentation, Lernen für das Abschlusskolloquium): 5 Wochen mit einem Arbeitsaufwand von 40 h/Woche</p> <p>Summe total: 900 Stunden</p>
Kreditpunkte:	30 ECTS
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	Zur Abschlussarbeit wird zugelassen, wer von allen sonstigen im Studium vorgesehenen Modulprüfungen nicht mehr als zwei Modulprüfungen ausstehen hat. Die Zulassung zur Abschlussarbeit ist in der MPO geregelt.
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in wissenschaftlichem Arbeiten, Statistik und dem experimentellen Arbeiten in Laboratorien
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig in einer vorgegebenen Zeit komplexe Fragestellungen auf ihrem Fachgebiet zu bearbeiten. Sie können zudem ihre Ergebnisse mit denen anderer Wissenschaftler kritisch in Beziehung setzen und ihre wissenschaftlichen Resultate adäquat schriftlich und mündlich in Englisch und Deutsch kommunizieren.</p> <p>Die Abschlussarbeit dokumentiert ihre Fähigkeit zu unabhängiger wissenschaftlicher Arbeit, ihre theoretischen und praktischen Fähigkeiten zielgerichtet einzusetzen und auf komplexe wissenschaftliche Fragestellungen anzuwenden. Sie belegt zudem ihre Kompetenz, Verantwortung zu übernehmen und Entscheidungen auch unter ethischen Gesichtspunkten zu reflektieren.</p>
Inhalt:	Theoretische und praktische Arbeit zur Lösung forschungsrelevanter Fragestellungen mit wissenschaftlichen Mitteln. Praktische Anwendung des Wissens und der Fähigkeiten und deren Übertragung auf die relevante Fragestellung. Die Ergebnisse werden

	in einer wissenschaftlichen Veröffentlichung, der Master-These, zusammengefasst. Die Studierenden tragen ihre Ergebnisse in einem vorgegebenen Zeitrahmen vor und verteidigen sie in einer mündlichen Prüfung.
Studien-/Prüfungsleistungen:	Master-These: benotet sowie mündliches Abschlusskolloquium (mit Fragerunde ca. 45 min): benotet

Ausgewählte Wahlpflichtfächer

Modulbezeichnung:	Werkstoffe der Luft- und Raumfahrt																		
Studiensemester:	1. oder 3. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach, Dr. Eric Breitbarth, Dr. Jan Haubrich																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum:	WPF 1. oder 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS Ü: 1 SWS P: 0 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	30	30	Ü:	15	15	P:	0	0	Summe:	45	45	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	30	30																	
Ü:	15	15																	
P:	0	0																	
Summe:	45	45																	
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden																			
Kreditpunkte:	3 ECTS																		
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse im Bereich Materialwissenschaften und technische Mechanik																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Werkstoffe unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt vergleichend bewerten, • Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur und den mechanischen Eigenschaften erklären, • relevante Werkstoffbeanspruchungen in Flugzeugkomponenten identifizieren, • elastisch anisotropes Materialverhalten und Verbundeigenschaften berechnen <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • typische Belastungssituationen in Flugzeugen analysieren, • Materialkennwerte anwendungsspezifisch vergleichen, • Phasen- und Umwandlungsdiagramme auswerten, • das Hookesche Gesetz in matrix- und tensorform anwenden, • Mischungsregeln nutzen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • geeignete Werkstoffe für nachhaltige Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt zu identifizieren und ggf. zu modifizieren, • Verbundwerkstoffe gezielt zu designen, • Lebensdauer- und Zuverlässigkeitsbewertungen durchzuführen. 																		

Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung von Werkstoffen in der Luft- und Raumfahrt • Belastungen in Rumpf und Triebwerk • Überblick über typische Werkstoffe der Luft- und Raumfahrt • Elastizität (1D, 2D, 3D), Anisotropie, effektive elastische Eigenschaften • Beschreibung von Metallplastizität • Ausgewählte Werkstoffe im Detail, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> • Nickelbasis Superlegierungen • Titan-Legierungen • Titanaluminide • hybride Werkstoffsysteme
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet Schriftliche Prüfung (120 min) oder Vortrag (mit Fragerunde 20 min)
Medienformen:	PPT-Präsentation, Tafel/Whiteboard, Rechenbeispiele und Übungsaufgaben, studentische Kurzvorträge
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Mouritz, Introduction to Aerospace Materials, Woodhead Publishing, 2012 • Gudmundsson, General Aviation Aircraft Design, Elsevier, 2014 • Rolls Royce, The Jet Engine, Rolls-Royce plc, 1986 • Altenbach, Kontinuumsmechanik, Springer, 2012 • Rösler, Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Springer Vieweg, 2012 • Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, Springer, 2006 • Bürgel, Maier, Niendorf, Handbuch Hochtemperatur Werkstofftechnik, Vieweg + Teubner, 2011 • Reed, The Superalloys, Cambridge University Press, 2006 • Leyens & Peters, Titanium and Titanium Alloys, Wiley-VCH, 2003 • Lütjering & Williams, Titanium, Springer, 2007 • Appel et al., Gamma Titanium Aluminide Alloys, Wiley VCH, 2011

Modulbezeichnung:	Kunststoffrecycling und Maritime Müllproblematik	
Studiensemester:	3. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus	
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Johannes Steinhaus	
Sprache:	Deutsch (Englisch; Behandlung englischsprachiger Literatur)	
Zuordnung zum Curriculum:	WPF 3. Sem. MSc. Materials Science and Sustainability Methods	
Lehrform/SWS:	Die Lehrinheit besteht aus Vorlesungen und Übungen: V: 2 SWS Ü: 1 SWS P: 0 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 30	30
	Ü: 15	15
	P: 0	0
	Summe: 45	45
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden	
Kreditpunkte:	3 ECTS	
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagenkenntnisse im Bereich Kunststoffe und Kunststoffverarbeitung	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die am häufigsten verwendeten Kunststoffsorten benennen, die in den Bereichen Verpackung, Bau, Agrar, Textilien und Spielzeugindustrie eingesetzt werden, • alle gängigen Analysemethoden zur Identifizierung und Charakterisierung von Kunststoffen/Mikroplastik benennen und ihre Funktionsweise erklären, • Alterungsmechanismen bei Kunststoffen erkennen, • die Verschiedenen Entstehungs- und Eintragswege von Marinem Müll , sowie dessen Auswirkung auf das Ökosystem benennen, • die erforderlichen Prozesse und Anforderungen an die Verwertung sortenreiner, vermischter und verschmutzter Abfälle benennen und beschreiben <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • einen umfassenden Überblick über typische Standard- und technische Kunststoffe und deren Aufbau und Eigenschaften besitzen, • die gängigen Methoden, die standardmäßig zur Identifizierung und Charakterisierung von Kunststoffen bzw. Mikroplastik eingesetzt werden, kennen und ihre Funktionsweise verstehen., • die Kreisläufe von Kunststoffprodukten und die typischen Alterungsmechanismen, denen sie unterworfen sind, kennen, • die Verschiedenen Entstehungs- und Eintragswege von Marinem Müll , sowie dessen Auswirkung auf das Ökosystem bewerten, • die erforderlichen Prozesse und Anforderungen an die 	

	<p>Verwertung sortenreiner, vermischter und verschmutzter Abfälle differenziert bewerten</p> <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu verstehen, welche Kunststoffsorten aus welchen Anwendungsbereichen in unserer Umwelt auftreten, • gängigen Analysemethoden zur Identifizierung und Charakterisierung von Mikroplastik erfolgreich auszuwählen und anzuwenden, • Alterungsprozesse bei Kunststoffen zu bewerten und gezielt beeinflussen zu können, • die Verschiedenen Entstehungs- und Eintragswege von Plastikmüll in die verschiedenen Habitate zu verstehen und in der Lage zu sein Gegenmaßnahmen zu entwickeln, • Verwertungsprozesse von sortenreinen, vermischten und verschmutzten Kunststoffabfällen zu verstehen und ggf. optimieren zu können.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung Kunststoffrecycling und -müllproblematik • Erkennen und Analytik von Kunststoffen/Mikroplastik • Alterung von Kunststoffen bei der Herstellung, Verarbeitung, Anwendung und Wiederverwertung • Mariner Müll, Mikroplastik und Nanopartikel • Verwertung sortenreiner Kunststoffabfälle • Verwertung vermischter und verschmutzter Kunststoffabfälle
Studien-/ Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet</p> <p>Vortrag (mit Fragerunde 20 min)</p>
Medienformen:	<p>V: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard</p> <p>Ü: Folien, Flip-Chart, Metaplanwand, Gruppenarbeit</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • D. Barcelo. Comprehensive Analytical Chemistry, Vol. 75 - Characterization and Analysis of Microplastics, Elsevier, 2017. • Bergmann et al., Marine Anthropogenic Litter, Springer Open, 2015 • Kusch P. Application of Pyrolysis-Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (Py-GC/MS). Comprehensive Analytical Chemistry, Vol. 75, Characterization and Analysis of Microplastics, Elsevier, 2017. • Kusch P, Steinhaus J. Thermal Analysis of Polymers: Methods and Developments, Chapter: Thermal Analysis in Aerospace and Automotive Sectors. Ed. Pielichowski K, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2022. • Shim, Won Joon, Sang Hee Hong, and Soeun Eo. "Marine microplastics: abundance, distribution, and composition." Microplastic Contamination in Aquatic Environments. Elsevier, 2018. • Fraunhofer UMSICHT: Kunststoffe in der Umwelt – Konsortialstudie Mikroplastik, 2018 • Boucher, J. und D. Friot. Primary microplastics in the oceans. A global evaluation of sources. Gland, Switzerland: IUCN International Union for the Conservation of Nature, 2017.
Modulbezeichnung:	Einführung in die Molekulardynamik
Studiensemester:	2. Semester
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Christina Oligschleger

Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Christina Oligschleger																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum	WPF 2. Sem. MSc. Materials Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS Ü: 0 SWS P: 1 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	30	30	Ü:	0	0	P:	15	15	Summe:	45	45	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden		
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	30	30																	
Ü:	0	0																	
P:	15	15																	
Summe:	45	45																	
Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden																			
Kreditpunkte	3 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse von Differential- und Bewegungsgleichungen (inhaltlich entsprechend den BSc-Modulen Mathematik und Physik)																		
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Vor- und Nachteile von MD-Simulationen einschätzen, • die Versuchsparameter je nach gewünschtem Aufbau für das MD-Programm einstellen, • die Resultate der Simulationen graphisch darstellen, analysieren und interpretieren <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • sicher die Ein- und Ausgabe des bestehenden MD-Codes verstehen, • die nötigen Dateien gezielt ändern, • die Auswerteprogramme beherrschen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • geeignete Problemstellungen zu grundlegenden atomaren Prozessen mit der MD-Methode zu untersuchen, • die Resultate in einen wissenschaftlichen Kontext zu stellen und einzuordnen. 																		
Inhalt:	Einführung in die Problemstellung und Abgrenzung, Potentiale, Kraftfelder, Strukturaufklärung, Dynamik, Thermodynamik, Einführung in das Molecular Dynamics-Programm, Simulation von Festkörpern und deren Eigenschaften (Schwingungszustände, Relaxationen, Zersetzungen, Bruchverhalten), Einsatz von freeware-Programmen zur Visualisierung der Resultate																		
Studien-/Prüfungsleistungen:	Benotetes Modul: Ausarbeitung des MD-Projekts in Form eines wissenschaftlichen Artikels																		
Medienformen:	Overhead, Tafel, PP																		
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Kutzelnigg, Einführung in die Theoretische Chemie (Bd. 1 und 2) • Rapaport, The Art of Molecular Dynamics 																		

Modulbezeichnung:	Festkörperphysik und -eigenschaften																		
Studiensemester:	1. und 3. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Christina Oligschleger																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Christina Oligschleger																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum	WPF 1. und 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS S/Ü: 1 SWS P: 0 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>S/Ü:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	30	30	S/Ü:	15	15	P:	0	0	Summe:	45	45		Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden	
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	30	30																	
S/Ü:	15	15																	
P:	0	0																	
Summe:	45	45																	
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden																		
Kreditpunkte	3 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse von h entsprechend den BSc-Modulen Physik und Werkstoffanalytik																		
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Konzepte der Festkörperphysik verstehen, • zwischen kristalliner, amorpher und flüssiger Phase unterscheiden, • mit harmonischen Approximationen und mit nichtharmonischer Expansion arbeiten, • Eigenschaften kristalliner Festkörper berechnen, • statische Eigenschaften von dynamischen und thermodynamischen Eigenschaften unterscheiden <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Unterschiede zwischen direktem Raum und reziproken Raum sicher verstehen, • die Formeln in harmonischer Näherung anwenden, • die Einflüsse von Strukturen und Dynamik kennen, <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturmuster zu interpretieren, • elastische Eigenschaften aus Dispersionskurven zu bestimmen. 																		
Inhalt:	Festkörper, Kristalle (International Table of Crystallography), Streuung, direkter Raum und reziproker Raum, Potentiale/Wechselwirkungen, harmonische Näherung, Zusammenbruch der harmonischen Näherung, Potentiale, Eigenschaften (strukturell, dynamisch, thermodynamisch), elektronische Eigenschaften																		
Studien-/Prüfungsleistungen:	Benotetes Modul: Vortrag (mit Fragerunde 20 min)																		

Medienformen:	Overhead, Tafel, PP
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • N.W. Ashcroft und N.D. Mermin: Solid State Physics, (Sounders College, Philadelphia, 1988) • N.W. Ashcroft und N.D. Mermin: Festkörperphysik, (R. Oldenbourg Verlag, München, 2001) • K. Kopitzky: Einführung in die Festkörperphysik (Teubner, Stuttgart, 1993) • H. Ibach und H. Lüth: Festkörperphysik, (Springer, Berlin, 2002) • W. Raith: Bergmann Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik — Festkörper, (Walter de Gruyter, Berlin, 1992) • K.H. Hellwege: Einführung in die Festkörperphysik, (Springer, Berlin, 1976) • Charles Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, (R. Oldenbourg Verlag, München, 2002) • Christian Weissmantel und Claus Hamann: Grundlagen der Festkörperphysik, (Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 1995)

Modulbezeichnung:	Statistische Versuchsplanung																		
Studiensemester:	2. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Christina Oligschleger																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr. Christina Oligschleger																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum:	WPF 2. Sem. MSc. Materials Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 2 SWS Ü: 0 SWS P: 1 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	30	30	Ü:	0	0	P:	15	15	Summe:	45	45		Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden	
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	30	30																	
Ü:	0	0																	
P:	15	15																	
Summe:	45	45																	
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden																		
Kreditpunkte	3 ECTS																		
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Versuchspläne einschätzen und deren Auswertung durchführen, • für konkrete Problemstellungen geeignete Pläne auswählen und aufstellen, • Optimierungen vornehmen <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Unterschiede der verschiedenen Pläne kennen, • die statistische Auswertung verstehen, • Fehlerbetrachtungen anstellen und Messfehler bestimmen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei konkreten Fragestellungen geeignete Einstellungen für Experimente zu finden, • Einstellungen in betrieblichen Abläufen zu optimieren. 																		
Inhalt:	<p><u>Vorlesungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in 2^k und 3^k-Versuchspläne • Aufstellen von Teilfaktorplänen und Problematik der Vermengung von Effekten • Auswertung der Versuchspläne • Bestimmung von Ausreißern in Versuchen/Überprüfung auf Normalverteilung der Messungen • Prüfung auf Linearität und Konfidenzintervalle der Regressionskoeffizienten • Optimierungsverfahren/Steepest Descent 																		
Studien-/Prüfungsleistungen:	benotete Modulprüfung: Bearbeitung eines Projekts oder Abgabe von Aufgaben																		

Medienformen:	V/SU/P: (digital und analog) Tafel, Overhead-Projektor, Folien; Beamer; Lehrbücher; Computer; Softwareentwicklungstools
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Siebertz K, van Bebber D und Hochkirchen T, Statistische Versuchsplanung ISBN 978-3-642-05492-1, Springer, Berlin-Heidelberg (2010) • Montgomery DC, Design and Analysis of Experiments. ISBN 978-0-470-45687-3, John Wiley & Sons, Inc. (2009) • Scheffler E, Statistische Versuchsplanung und -auswertung, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart (1997)

Modulbezeichnung:	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik	
Studiensemester:	1. oder 3. Semester	
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach	
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Prof. Dr.-Ing. Christian Dresbach, Dr. Eric Breitbarth	
Sprache:	Deutsch	
Zuordnung zum Curriculum:	WPF 1. oder 3. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods	
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 1 SWS Ü: 1 SWS P: 1 SWS	
Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden	Eigenstudium
	V: 15	15
	Ü: 15	15
	P: 15	15
	Summe: 45	45
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden	
Kreditpunkte:	3 ECTS	
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse im Bereich Materialwissenschaften und technische Mechanik	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • statisches und dynamisches Materialverhalten charakterisieren, • technische Bauteilkomponenten gegen statisches und dynamisches Versagen dimensionieren, • Rissausbreitungsverhalten beschreiben <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • statische und dynamische Werkstoffversuche planen, durchführen und auswerten, • rechnerische Festigkeitsnachweise für Maschinenbauteile gegen statisches und zyklische Belastungen sowie Betriebsfestigkeitsnachweise durchführen, • bruchmechanische Versuche planen, durchführen und auswerten, • bruchmechanische Bauteilberechnungen durchführen <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • geeignete Werkstoffe für sichere technische Anwendungen zu identifizieren, • Lebensdauervorhersagen und rechnerische Schadensbewertungen für sicherheitsrelevanten technischen Anwendungen durchzuführen. 	
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionierung gegen statisches Versagen • Experimentelle Charakterisierung des Ermüdungsverhaltens • Dauerfestigkeitsnachweis • Betriebsfestigkeitsnachweis • Grundlagen der linear elastischen Bruchmechanik • Experimentelle Charakterisierung des bruchmechanischen 	

	Verhaltens <ul style="list-style-type: none"> • Spannungsrissskorrosion • Ermüdungsrisssausbreitung • Rissverhalten bei überlagerten Beanspruchungen
Studien-/ Prüfungsleistungen:	Modulprüfung – benotet Schriftliche Prüfung (120 min) oder Vortrag (mit Fragerunde 20 min)
Medienformen:	PPT-Präsentation, Tafel/Whiteboard, Rechenbeispiele und Übungsaufgaben, Demonstrationspraktika
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Munz & Fett, Ceramics, Springer, 2001 • FKM, Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile, VDMA Verlag, 2003 • Haibach, Betriebsfestigkeit, Springer, 2006 • Gross & Seelig, Bruchmechanik, Springer, 2011 • Richard & Sander, Ermüdungsrisse, Vieweg + Teubner, 2008 • Bürgel et al., Werkstoffmechanik, Springer-Vieweg, 2014 • Skolaut, Maschinenbau, Springer Vieweg, 2014

Modulbezeichnung:	Additive Fertigung keramischer Bauteile																		
Studiensemester:	2. Semester																		
Modulverantwortliche(r):	Dr. rer. nat. Dieter Nikolay																		
Hauptamtliche(r) Dozent(in):	Dr. rer. nat. Dieter Nikolay																		
Sprache:	Deutsch																		
Zuordnung zum Curriculum:	WPF 2. Sem. MSc. Material Science and Sustainability Methods																		
Lehrform/SWS:	Die Lehreinheit besteht aus: V: 3 SWS Ü: 0 SWS P: 0 SWS																		
Arbeitsaufwand:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Präsenzstunden</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Eigenstudium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td>Ü:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>P:</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Summe:</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden</td> </tr> </tbody> </table>		Präsenzstunden	Eigenstudium	V:	45	45	Ü:	0	0	P:	0	0	Summe:	45	45		Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden	
	Präsenzstunden	Eigenstudium																	
V:	45	45																	
Ü:	0	0																	
P:	0	0																	
Summe:	45	45																	
	Summe total (Präsenz + Eigenstudium): 90 Stunden																		
Kreditpunkte:	3 ECTS																		
Voraussetzung nach Prüfungsordnung:	Keine																		
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse auf Bachelorniveau zu den Eigenschaften von Keramiken sowie Herstellungsverfahren von Kunststoffen, Metallen und Keramiken																		
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterschiede und Gemeinsamkeiten gegenüber konventionellen Herstellungsverfahren benennen, • Unterschiede in der Herstellung von Kunststoffbauteilen, Metallbauteilen und Keramikbauteilen benennen, <p>indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • den grundlegenden Ablauf des 3D-Druckvorgangen ausgehend von den CAD-Daten beschreiben, • die unterschiedlichen 3D-Druckverfahren nach Norm benennen und beschreiben, • 3D-Druckverfahren nach Norm benennen und gegeneinander abgrenzen, • die Prozesskette der verschiedenen Verfahren vom Rohstoff bis zum fertigen Bauteil erklären, • Konstruktions- und Design-Aspekte im Bezug auf den 3D-Druck erläutern <p>um</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu entscheiden, welches Herstellungsverfahren für welche Anwendung geeignet ist. 																		
Inhalt:	<p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffsdefinitionen rund um 3D-Druck • Gliederung der 3D-Druckverfahren in <ul style="list-style-type: none"> • Bindeverfahren • Abscheidungsprozesse • Vorstellung, Erklärung und Veranschaulichung der 5 relevanten 3D- 																		

	<p>Druck Verfahren für Metalle + Kunststoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vat Photopolymerisation (VPP) • Powderbed Fusion (PBF) • Binder Jetting (BJT) • Material Extrusion (MEX) • Material Jetting (MJT) <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich von Material- und Bauteileigenschaften • Vergleich von Prozessdauer und -kosten • Übertragung des Wissens auf die Herstellung von Keramiken <ul style="list-style-type: none"> • Fokussierung auf die Unterschiede zur Metall- und Kunststoffherstellung • Vorstellung von unterschiedlichen Maschinen • Materialeigenschaften • Forschungsergebnisse • Entwicklungsthemen • Design und BIONIK • Vergleich Additive Herstellung gegenüber Subtraktiver Herstellung <p>Praktischer Teil</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von CAD-Designs für 2 unterschiedliche 3D-Druckverfahren • Begleitung des Herstellungsprozesses in der Praxis
Studien-/ Prüfungsleistungen:	<p>Modulprüfung – benotet</p> <p>Vortrag (mit Fragerunde 20 min)</p>
Medienformen:	<p>V/Ü: PPT-Präsentation, Videos, Tafel/Whiteboard, studentische Vorträge</p> <p>P: Demonstrationsversuche, Exkursionen</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Kollenberg, W.: Additive Fertigung keramischer Komponenten: Grundlagen und Anwendung. Vulkan Verlag 2020 • Deckers, J.: Additive Manufacturing of Ceramics: A Review. J. Ceram. Sci. Tech., 05 [04] 245-260 (2014) • Gibson, Ian et al: Additive Manufacturing Technologies; 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Springer (2015)