

Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme

# **Modulhandbuch**

## **Maschinenbau**

Master of Science

# Inhalt

1	Studiengangbeschreibung.....	3
2	Absolvent*innenprofil.....	3
3	Handlungsfelder.....	4
4	Studienverlaufsplan tabellarisch.....	6
5	Studienverlaufsplan schematisch.....	8
6	Studienverlaufsplan Smart Systems und soziotechnische Systeme schematisch.....	9
7	Studienverlaufsplan Produktentwicklung schematisch.....	10
8	Alternativer Studienverlaufsplan.....	11
9	Mobilitätsfenster.....	12
10	Module.....	13
	10.1 Numerische Mathematik.....	13
	10.2 Modellbildung und Simulation.....	15
	10.3 Forschungsseminar.....	17
	Anwendungskompetenzen 1 aus 2.....	19
	10.4 Digitale Fabrik.....	19
	10.5 Digitalisierung.....	21
	Transformative Kompetenzen 2 aus 4.....	23
	10.6 Leadership.....	23
	10.7 Ethik 25	
	10.8 Entrepreneurial Thinking und Acting.....	27
	10.9 Innovationsmanagement.....	30
	Schwerpunktmodule.....	32
	10.10 Entwicklung intelligenter Maschinenelemente.....	34
	10.11 Modellbasierter Entwurf mechatronischer Systeme.....	35
	10.12 Digitales Produktionsmanagement.....	37
	10.13 Entwicklung KI-gesteuerter Interaktionssysteme.....	39
	10.14 CFD – Computational Fluid Dynamics.....	41
	10.15 Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen.....	43
	10.16 Machine Vision.....	45
	10.17 Mensch-Maschine-Interaktion.....	47
	10.18 XR realities.....	49
	10.19 Machine Learning.....	51
	10.20 Data Science für industrielle Anwendungen.....	53
	10.21 Data Engineering in Mechatronic Systems.....	55
	10.22 Schwingungstechnische Analyse und Maschinendynamik.....	57
	10.23 Nachhaltige Fertigung und Nutzung von Werkstoffen.....	59
	10.24 Kunststoffgerechtes nachhaltiges Produktdesign.....	61
	10.25 Simulation multiphysikalischer und nachhaltiger Systeme.....	63
	10.26 Umwelttechnische Optimierung von Prozessen.....	65
	10.27 Rapid Prototyping und additive Fertigung.....	67
	10.28 Schadensanalyse.....	69
	10.29 Kunststoffe und Verbundwerkstoffe.....	71
	10.30 Oberflächentechnologie.....	73
	10.31 Werkstofftechnik in der Praxis.....	75
	10.32 Masterarbeit mit Kolloquium.....	77
11	Modulmatrix.....	78

## 1 Studiengangbeschreibung

Der Master Maschinenbau (M.Sc.) ist ein dreisemestriges Vollzeitstudium mit den Schwerpunkten Smart Systems und soziotechnische Systeme und Produktentwicklung. Er richtet sich an Absolvent\*innen ingenieurwissenschaftlicher Bachelorprogramme. Das Studium verbindet klassische Disziplinen des Maschinenbaus mit zukunftsweisenden Themen wie Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Automatisierung und Nachhaltigkeit.

Die Studierenden werden befähigt, die digitale und grüne Transformation in Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft verantwortungsvoll mitzugestalten. Durch eine forschungs- und projektbasierte Lehre bearbeiten sie in interdisziplinären Teams aktuelle Problemstellungen in Laboren, Lernfabriken wobei sie eng in laufende Forschungs- und Transferprojekte eingebunden sind. Die Absolvent\*innen sind qualifiziert für Tätigkeiten in Forschung, Entwicklung, Beratung und Management. Sie verfügen über Schlüsselkompetenzen wie Systemdenken, Innovationsfähigkeit, Change-Management und ethische Reflexion.

Ein Alleinstellungsmerkmal des Studiengangs ist die konsequente Integration von Digitalisierung und Nachhaltigkeit in alle Module sowie die enge Kooperation mit der Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften (F10) und Partnern aus Industrie und Forschung. Damit leistet der Studiengang einen wichtigen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandorts.

## 2 Absolvent\*innenprofil

Der Masterstudiengang baut auf den im Bachelor Maschinenbau erworbenen Kompetenzen auf und vertieft diese gezielt in Richtung nachhaltiger Produktentwicklung, Digitalisierung und Systeminnovation. Die zur Gestaltung des digitalen Wandels notwendigen Metakompetenzen in drei Kompetenzclustern werden systematisch berücksichtigt und vertieft. Die Darstellung von drei Kompetenzbereichen stellt eine analytische Trennung dar, da alle Kompetenzbereiche in allen Modulen abgedeckt werden und dient der Orientierung.

### Kompetenzcluster 1: »Technologien / Smart Technologies«

Master-Maschinenbau-Absolvent\*innen haben vertiefte ingenieurtechnische Fähigkeiten und wenden neue Technologien an. Durch relevantes Überblickswissen sowie Kenntnissen in aktuellen und zukünftig relevanten Technologien können sie technologische Entwicklungen gestalten, integrieren, bewerten und weiterentwickeln. Sie sind in der Lage, Maschinenkomponenten und Maschinensysteme zu analysieren und »intelligenter« zu gestalten sowie neue smarte Maschinen und Produktentwicklungsverfahren zu entwickeln. Dazu können sie so-wohl in Bezug auf aktuelle (wie z. B. Data Science, Cyber-Physical Systems und KI) wie auch zukünftige technische Entwicklungen (z. B. Quantum Computing) mit Komplexität umgehen und Technologieentwicklung systemisch und zirkulär denken. Durch die Anwendung von (virtuellen) Methoden und Werkzeugen zur Vorausberechnung, Simulation und Produktentwicklung und unter Berücksichtigung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (z. B. intelligente Bussysteme, Cloud Computing) konzipieren sie ganzheitliche mechatronischen Systeme.

### Kompetenzcluster 2: »Digitalisierung / Digital Engineering«

Die Absolventinnen des Masters »Maschinenbau« verfügen über digitale Kenntnisse und Fertigkeiten sowie die darauf aufbauende Kompetenz, in hochgradig vernetzten, analogen und umfassend digitalisierten Arbeitswelten tätig zu sein. Mit fundierter Data-Literacy sowie Data-Science- und Programmierkenntnissen können sie in interdisziplinär besetzten Teams mit Produktdesignerinnen, KI-Forscherinnen und Soziologinnen die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ethischen Aspekte von (sozialer) Innovationen diskutieren. Durch ihre hohe Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit

interagieren sie zielführend und integrierend in disziplinenübergreifenden Settings. Sie sind in der Lage, die Auswirkungen komplexer technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Zusammenhänge zu reflektieren und im Sinne eines Digital Citizenship wirksame und nachhaltige Lösungen zu gestalten.

### Kompetenzcluster 3: »Leadership / Steuerung«

Absolvent\*innen des Studiengangs verfügen neben den »klassischen« Soft Skills über die sogenannten Future Skills, womit sie die Anforderungen in einer komplexen Welt zukunfts-orientiert interpretieren können. Mit Kreativität, Reflexionsfähigkeit und Ambiguitätstoleranz agieren sie souverän in volatilen und mehrdeutigen Situationen. Die Absolvent\*innen übernehmen Führungsaufgaben, sie steuern Projekte und coachen zielorientiert und sozialkompetent. In Transformationsprojekten mit einer klaren Nachhaltigkeits- und Steuerungsperspektive zu begleiten. Absolventinnen sollen darüber hinaus intelligente Maschinen nicht nur entwerfen, entwickeln und evaluieren, sondern auch die Folgen ihres Tuns lösungsorientiert reflektieren. Sie denken unternehmerisch und innovativ und forschen wissenschaftsfundiert, um Antworten auf disruptive Entwicklungen in Gesellschaft, Umwelt und Technologieentwicklung zu finden.

## 3 Handlungsfelder

Der Masterstudiengang Maschinenbau (M.Sc.) an der TH Köln adressiert zentrale gesellschaftliche Bedarfe, die sich aus den Herausforderungen der Digitalisierung, der nachhaltigen Transformation von Industrie und Gesellschaft sowie der zunehmenden Komplexität technischer Systeme und Produkte ergeben. Mit den Schwerpunkten Smart Systems und soziotechnische Systeme und Produktentwicklung werden die Studierenden befähigt, innovative, ressourceneffiziente und zukunftsorientierte Lösungen technologische Lösungen zu entwickeln und diese verantwortungsvoll umzusetzen.

Die Studiengangziele und Qualifikationsprofile der Absolventinnen orientieren sich an drei sich einander ergänzenden – und daher nur analytisch zu trennenden – Handlungsfeldern, die für künftige Absolventinnen relevant sind: »Forschen und Erkennen«, »Entwickeln und Gestalten« sowie »Vermittlung und Transfer«.



Abb. 1: Handlungsfelder der Absolvent\*innen des Master-Studienganges Maschinenbau

### Handlungsfeld A: Forschen und Erkennen

Die Absolvent\*innen sind in der Lage, aktuelle und zukünftige technische, digitale und nachhaltige Entwicklungen zu bewerten, wissenschaftlich zu analysieren und in ihrer gesellschaftlichen Wirkung

zu reflektieren. Sie erforschen neue intelligente und ressourceneffiziente Lösungen für Produkte, Maschinen und Anlagen, optimieren bestehende Systeme und wenden moderne Methoden wie Simulation, Data Science, Künstliche Intelligenz und Lebenszyklusanalyse an. Besonderer Wert wird auf die Fähigkeit gelegt, sich selbstständig in neue Fragestellungen einzuarbeiten, interdisziplinäre Forschungsansätze zu verfolgen und die Auswirkungen ingenieurwissenschaftlicher Innovationen auf Umwelt, Produktentwicklung und Gesellschaft kritisch zu beurteilen.

### **Handlungsfeld B: Entwickeln und Gestalten**

Im Handlungsfeld Entwickeln und Gestalten werden die Studierenden befähigt, komplexe technische Herausforderungen zu lösen und nachhaltige, digital vernetzte Produkte, Prozesse und Systeme zu konzipieren. Sie lernen, moderne Methoden der Produktentwicklung, des Circular Design, der Digitalisierung und Systemintegration anzuwenden – von der ersten Idee über den virtuellen Prototypen bis hin zur Implementierung im realen Umfeld. Die konsequente Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen, Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit in praxisnahen Projekten mit Partner der Industrie ist integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses.

### **Handlungsfeld C: Vermittlung und Transfer**

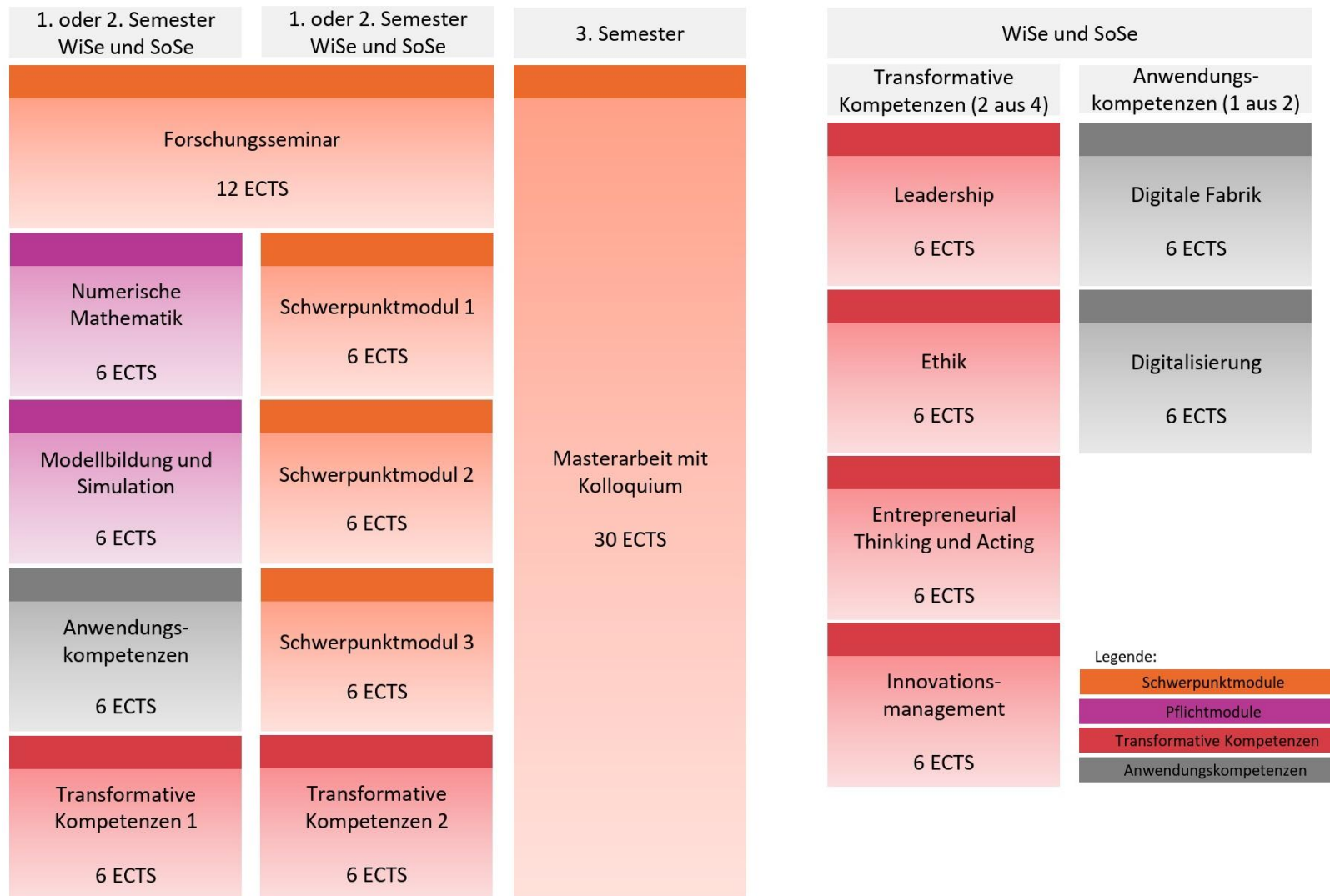
nachhaltiger technischer Innovationen in Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft. Die Absolvent\*innen sind in der Lage, nachhaltige technische Innovationen wirksam in unterschiedliche Anwendungsfelder zu übertragen. Sie arbeiten in transdisziplinären Teams und vernetzen sich mit Akteurinnen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Dabei übernehmen sie Verantwortung in der Leitung von Transformations- und Produktentwicklungsprojekten, in der Beratung und im Innovationsmanagement und kommunizieren mit Stakeholdern. Sie steuern Wissenschaftskommunikation und gestalten der Transfer von Wissen und Technologien in die Praxis unter Berücksichtigung ethischer Reflexion, der Bewertung ökologischer und sozialer Folgen sowie mit Blick auf lebenslanges Lernen.

## 4 Studienverlaufsplan tabellarisch

Semester	M-Nummer	Modulbezeichnung	Credits	Smart Systems und soziotechnische Systeme	Produktentwicklung
1. und 2. WiSe und SoSe	9M300	Forschungsseminar	12	X	X
1. oder 2. WiSe und SoSe	9M100	Numerische Mathematik	6	X	X
	9M101	Modellbildung und Simulation	6	X	X
		<b>Anwendungskompetenzen – 1 aus 2</b>			
	9M301	Digitale Fabrik	6	X	X
	9M102	Digitalisierung	6	X	X
		<b>Transformative Kompetenzen – 2 aus 4</b>			
	9M302	Leadership	6	X	X
	9M103	Ethik	6	X	X
	9M303	Entrepreneurial Thinking und Acting	6	X	X
	9M104	Innovationsmanagement	6	X	X
1. oder 2. WiSe und SoSe		<b>Schwerpunktmodule 3 aus X</b>			
	9M304	Entwicklung intelligenter Maschinenelemente	6	X	X
	9M308	Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen	6	X	-
1. oder 2. WiSe					
	9M105	CFD – Computational Fluid Dynamics	6	X	-
	9M310	Mensch-Maschine-Interaktion	6	X	-
	9M111	10.18XRealities	6	X	-
	9M313	Nachhaltige Fertigung und Nutzung von Werkstoffen	6	-	X
	9M314	Kunststoffgerechtes nachhaltiges Produktdesign	6	-	X
	9M108	Rapid Prototyping und additive Fertigung	6	-	X
	9M109	Schadensanalyse	6	-	X
1. oder 2. SoSe					
	9M305	Modellbasierter Entwurf mechatronischer Systeme	6	X	-
	9M306	Digitales Produktionsmanagement	6	X	-

	9M307	Entwicklung KI-gesteuerter Interaktionssysteme	6	X	-
	9M309	Machine Vision	6	X	-
	9M106	Machine Learning	6	X	-
	9M311	Data Science für industrielle Anwendungen	6	X	-
	9M107	Schwingungstechnische Analyse und Maschinendynamik	6	-	x
	9M315	Simulation multiphysikalischer und nachhaltiger Systeme	6	-	X
	9M316	Umwelttechnische Optimierung von Prozessen	6	-	X
	9M317	Kunststoffe und Verbundwerkstoffe	6	-	X
	9M318	Oberflächentechnologie	6	-	X
	9M110	Werkstofftechnik in der Praxis	6	-	X
<b>3. WiSe und SoSe</b>					
	9M319	10.32 Masterarbeit mit Kolloquium	30	X	X

## 5 Studienverlaufsplan schematisch



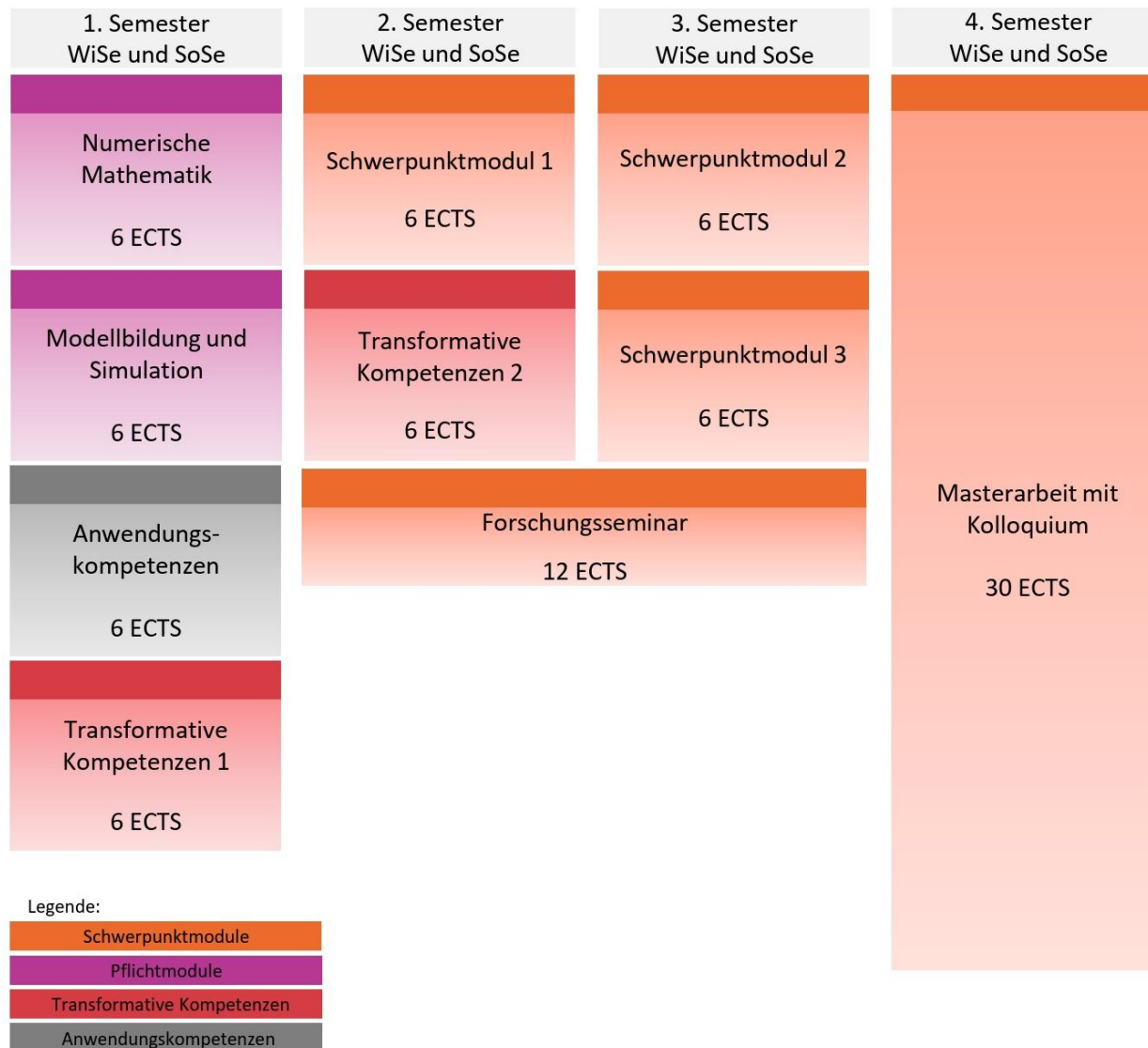
## 6 Studienverlaufsplan Smart Systems und soziotechnische Systeme schematisch

Schwerpunktmodule Smart Systems und soziotechnische Systeme					
		WiSe		SoSe	
Smart Systems	Entwicklung intelligenter Maschinenelemente	Modellbasierter Entwurf mechatronischer Systeme	Digitales Produktionsmanagement	Entwicklung KI-gesteuerter Interaktionssysteme	
	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	
Digitaler Zwilling	CFD – Computational Fluid Dynamics	Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen	Machine Vision	Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen	
	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	
KI in Engineering	Mensch-Maschine-Interaktion	Xrealities	Machine Learning	Data Science für industrielle Anwendungen	
	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	

## 7 Studienverlaufsplan Produktentwicklung schematisch

Schwerpunktmodule Produktentwicklung					
WiSe		SoSe			
Entwicklung automatisierter Systeme	Data Engineering in Mechatronic Systems 6 ECTS	*Modul aus Smart Systems / KI in Engineering 6 ECTS	Entwicklung intelligenter Maschinenelemente 6 ECTS	Schwingungstechnische Analyse & Maschinendynamik 6 ECTS	*Modul aus Smart Systems / KI in Engineering 6 ECTS
	Nachhaltige Fertigung und Nutzung von Werkstoffen 6 ECTS	Kunststoffgerechtes nachhaltiges Produktdesign 6 ECTS	Simulation multiphysikalischer und nachhaltiger Systeme 6 ECTS	Umwelttechnische Optimierung von Prozessen 6 ECTS	
Green Engineering					
Werkstoffe & Fertigungstechnologien	Rapid Prototyping/ Additive Fertigung 6 ECTS	Schadensanalyse 6 ECTS	Kunststoffe und Verbundwerkstoffe 6 ECTS	Oberflächentechnologie 6 ECTS	Werkstofftechnik in der Praxis 6 ECTS

## 8 Alternativer Studienverlaufsplan



## 9 Mobilitätsfenster

Im Rahmen des Studiums kann ein Auslandsaufenthalt entweder als Auslandssemester oder als im Ausland absolvierte Praxisphase realisiert werden.

In Bachelorstudiengängen wird ein Auslandsaufenthalt in der Regel ab dem 4. Semester empfohlen, da zu diesem Zeitpunkt die notwendigen fachlichen Grundlagen gelegt sind und sich der Aufenthalt gut in den weiteren Studienverlauf integrieren lässt. In Masterstudiengängen ist ein Auslandsaufenthalt aufgrund der meist flexibleren Studienstruktur grundsätzlich in jedem Semester möglich.

Die Fakultät verfügt über verschiedene internationale Aktivitäten und Kooperationen. Zentrale Informationen zum Themenfeld Internationales, einschließlich Ansprechpartnern der Fakultät, sind auf folgender Webseite der Fakultät abrufbar ([https://www.th-koeln.de/anlagen-energie-und-maschinensysteme/internationales\\_46464.php](https://www.th-koeln.de/anlagen-energie-und-maschinensysteme/internationales_46464.php)).

Eine Übersicht der bestehenden Partnerhochschulen der TH Köln, findet sich auf der zentralen Seite zu den Partnerhochschulen ([https://www.th-koeln.de/internationales/partnerhochschulen\\_2031.php](https://www.th-koeln.de/internationales/partnerhochschulen_2031.php)).

Darüber hinaus stellt das Hochschulreferat Internationale Angelegenheiten umfassende Informationen für Outgoing-Studierende bereit, unter anderem zu Finanzierung und Stipendien, Vorbereitung sowie internationalen Programmen ([https://www.th-koeln.de/internationales/outgoings\\_1985.php](https://www.th-koeln.de/internationales/outgoings_1985.php)).

## 10 Module

### 10.1 Numerische Mathematik

Modulnummer:	9M100
Art des Moduls:	Pflichtmodul
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. rer. nat. Angela Schmitz
Dozierende:	Prof. Dr. rer. nat. Angela Schmitz
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden lösen mathematische und anwendungsorientierte Problemstellungen unter Verwendung von mathematischen Verfahren und numerischen Methoden, die jeweils für die im Abschnitt Modulinhalte genannten Themenbereiche charakteristisch sind, indem sie geeignete Vorgehensweisen auswählen, diese anwenden und in einer höheren Programmiersprache umsetzen, Zusammenhänge nachvollziehbar begründen, Ergebnisse bewerten und sowohl eigene als auch gegebene numerische Umsetzungen in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Grenzen beurteilen und weiterentwickeln, um ihr Argumentieren, Abstrahieren und Hinterfragen von Verfahren zu schärfen sowie in weiterführenden Modulen ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen mit mathematischen Werkzeugen und numerischen Methoden zu analysieren und zu modellieren.</p>
Modulinhalte:	<p>1) Einführung in eine höhere Programmiersprache (z.B. MATLAB oder PYTHON): U.a. selbstständige Erstellung eines strukturierten und kommentierten Quellcodes, Interpretation und Modifikation von gegebenem Code, Nutzung vorprogrammierter Funktionen und Visualisierungswerkzeuge, Umgang mit Fehlermeldungen, Interpretation und Schreiben von Pseudocode.</p> <p>2) Bearbeitung mathematischer Probleme mit einer Programmiersprache: U.a. Rechnerarithmetik, Kondition von Problemen, Stabilität von Algorithmen, Analyse numerischer Instabilitäten, Bewertung erhaltener Resultate.</p> <p>3) Lösung mathematischer Probleme manuell und mit numerischen Verfahren, in der Regel ausgehend von einem Anwendungskontext, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nullstellenbestimmung: Ein- und mehrdimensional (z.B. Newtonverfahren, Bisektionsverfahren).</li> <li>• Regression: Linear und nichtlinear (z.B. mit Exponential- und Potenzfunktionen), Gütemaße.</li> <li>• Interpolation: Polynominterpolation (z.B. nach Newton, nach Lagrange), Splineinterpolation (z.B. lineare und kubische Splines)</li> <li>• Fehlerabschätzungen, Wahl der Stützstellen.</li> <li>• Integration: Ein- und mehrdimensional, Quadraturformeln (z.B. Simpson- und Trapezregel), Wahl der Stützstellen, Monte-Carlo-Integration, Fehlerabschätzungen.</li> <li>• Optimierung: Lokale und globale Extrema unter Gleichungs- und Ungleichungsnebenbedingungen,</li> <li>• linear und nichtlinear, ein- und mehrdimensional (z.B. Gradientenabstiegsverfahren,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere-Punkte-Verfahren, Simplex-Algorithmus, Lagrange-Multiplikatoren), Optimierung an Graphen (z.B. kürzeste Wege).</li> <li>• Differentialgleichungen: Gewöhnliche Differentialgleichungen und -systeme (u.a. Ein- und Mehrschrittverfahren), partielle Differentialgleichungen und -systeme (u.a. finite Differenzen).</li> <li>• Fourier-Reihen und Integraltransformationen: U.a. periodische Funktionen, Fourier-Reihen, Aussagen zur Konvergenz, Fourier- und Laplace-Transformation.</li> </ul>								
Lehr- und Lernmethoden:	In Vorlesung und Übung werden interaktive Lehr-Lern-Methoden eingesetzt. In der Vorlesung werden mathematische Phänomene entdeckt, beschrieben, generalisiert, begründet, angewendet und numerisch umgesetzt. Zur Nachbereitung der wöchentlichen Vorlesung und zur Vorbereitung auf die wöchentliche Übung bearbeiten die Studierenden im Anschluss an die Vorlesung eigenständig Theorie- und Programmieraufgaben, um die Themen der Vorlesung zu festigen und zu vertiefen. Auf Basis der Bearbeitung werden in der Übung in Arbeits- und Plenumsphasen Fragen zu Vorlesung und Aufgaben besprochen sowie die mathematischen und numerischen Konzepte vertieft. Materialien zur Vor- und Nachbereitung von Vorlesung und Übung werden im Lern-Management-System der TH Köln bereitgestellt.								
Prüfungsformen:	Klausur (100%)								
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>120 Std.</td> </tr> </table>	180 Std./6 Credits		Vorlesung	30 Std.	Übung	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	120 Std.
180 Std./6 Credits									
Vorlesung	30 Std.								
Übung	30 Std.								
Vor- und Nachbereitung	120 Std.								
Präsenzzeit:	60 Std.								
Selbststudium:	120 Std.								
Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Aus Ingenieurmathematik 1 und 2: Mathematische Techniken und Strategien zur Bearbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von Problemstellungen aus den Themenbereichen</li> <li>• Differential- und Integralrechnung mit Funktionen einer und mehrerer Veränderlichen</li> <li>• Vektorrechnung und Matrizen</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen 1. und 2. Ordnung</li> <li>• komplexe Zahlen</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik</li> </ul>								
Zwingende Voraussetzungen:	Keine								
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adam, Stefan (2017): MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen, John Wiley &amp; Sons</li> <li>• Ascher, Uri M., Greif, Chen (2011): A First Course in NUMERICAL METHODS</li> <li>• Dahmen, Wolfgang, Reusken, Arnold (2016): Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer</li> <li>• Knorrenschild, Michael (2017): Numerische Mathematik, Hanser</li> <li>• Moler, Cleve B. (2010): Numerical Computing with MATLAB, Society for Industrial and Applied Mathematics</li> <li>• Schweizer, Wolfgang (2016): MATLAB kompakt, De Gruyter</li> <li>• weitere Literatur in der Veranstaltung.</li> </ul>								
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering, Master Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung								
Besonderheiten:	Keine								
Letzte Aktualisierung:	05.09.2025								

## 10.2 Modellbildung und Simulation

Modulnummer:	9M101
Art des Moduls:	Pflichtmodul
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Claudia Ziller
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Claudia Ziller und weitere Kolleg*innen aus der F09 und F10
Learning Outcome:	<p>Was: Die Studierenden formulieren ingenieurtechnische Fragestellungen, definieren Ziele und bilden diese mit einem geeigneten Modell ab. Sie berechnen und visualisieren Ergebnisse mithilfe von Simulationsverfahren.</p> <p>Womit: Sie wählen passende Simulationsverfahren aus, evaluieren kontinuierlich die Ergebnisse und nehmen iterative Anpassungen vor. Sie analysieren die Grenzen und Risiken der Verfahren kritisch.</p> <p>Wozu: Dieses Vorgehen befähigt sie, auf ingenieurtechnische Fragestellungen zu antworten, wenn Experimente und Messungen in der Realität zu langsam (Bevölkerungsentwicklungen), zu schnell (Explosionsverhalten), zu gefährlich (Crashtests), unmöglich (Urknall) oder schlicht teuer (Fabrikplanung) wären.</p>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition von Simulationszielen</li> <li>• Einführung in die mathematische Modellierung (Begriffsbildung,</li> <li>• Anwendungsbeispiele, Herleitung von Modellen, Analyse von Modellen,</li> <li>• Klassifizierung von Modellen, Betrachtungsebenen und Hierarchie)</li> <li>• Modellierung und Simulation (Einbindung von Fallstudien)</li> <li>• Anwendung von Softwaretools in praxisorientierten Projekten</li> <li>• Validierung von Ergebnissen</li> </ul>
Lehr- und Lernmethoden:	Vorlesungen mit Seminarcharakter Übungen zur Schulung der Softwareanwendung Projektarbeit in Kleingruppen
Prüfungsformen:	Lernportfolio (100%)
Workload (30 h $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits Seminaristische Vorlesung    30 Std. Übung                                30 Std. Vor- und Nachbereitung        120 Std.
Präsenzzeit:	60 Std.
Selbststudium:	120 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine

---

Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bungartz, Zimmer, Buchholz, Pflüger: Modellbildung und Simulation – eine anwendungsorientierte Einführung, Springer Spektrum, 2013</li><li>• Thomas Westermann: Modellbildung und Simulation, Springer Vieweg, 2021</li><li>• Werner Roddeck: Die Welt der Modelle und Simulationen, Springer Vieweg, 2024</li><li>• Mark W. Spong: Introduction to Modeling and Simulation: A Systems Approach, Wiley 2023</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.06.2025

---

### 10.3 Forschungsseminar

Modulnummer:	9M300
Art des Moduls:	Pflichtmodul
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Zweisemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Anja Richert
Dozierende:	Dozenten und Dozentinnen des Masterstudiengangs Maschinenbau
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben praxisnahes Wissen zur Planung, Durchführung und Dokumentation ingenieurwissenschaftlicher Forschungsprojekte. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig organisierte Forschungsprojekte zu initiieren und durchzuführen, indem sie individuelle Forschungsthemen mit übergeordneten wissenschaftlich-technischen Fragestellungen verknüpfen, um zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn im jeweiligen Fachkontext beizutragen.</li> <li>Problemstellungen systematisch zu analysieren, einzugrenzen und zu strukturieren, indem sie relevante Theorien, Konzepte und empirische Daten heranziehen, um eine tragfähige wissenschaftliche Fragestellung abzuleiten.</li> <li>wissenschaftliche Vorgehensweisen methodisch fundiert zu planen und umzusetzen, indem sie Machbarkeitsanalysen und Risikoabschätzungen vornehmen, um eine realistische Forschung zu gewährleisten.</li> <li>geeignete Forschungsmethoden (z. B. Experimente, Fallstudien, qualitative oder quantitative Verfahren) zielgerichtet auszuwählen und durchzuführen, um belastbare Ergebnisse zu generieren.</li> <li>wissenschaftlich zu schreiben und ihre Ergebnisse adressatengerecht zu kommunizieren, indem sie gute wissenschaftliche Praxis beachten und reflektiert digitale Werkzeuge und Künstliche Intelligenz einsetzen, um nachvollziehbare und belastbare Forschungsdokumente zu erstellen.</li> <li>sich konstruktiv im wissenschaftlichen Team zu beteiligen, indem sie Feedbackprozesse (z. B. Peer-Review) gestalten, um die Qualität ihrer Forschung zu sichern.</li> </ul> <p>verantwortungsvoll mit zeitlichen, materiellen und digitalen Ressourcen umzugehen, um nachhaltiges und effizientes wissenschaftliches Arbeiten zu fördern.</p>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in empirische und ingenieurwissenschaftliche Forschungsmethoden und -praktiken</li> <li>Einführung in wissenschaftliches Schreiben unter Berücksichtigung guter wissenschaftlicher Praxis sowie reflektierter Einsatz von Künstlicher Intelligenz im wissenschaftlichen Arbeiten</li> <li>Entwicklung und Bearbeitung eines wissenschaftlichen Forschungsprojekts anhand realer, fakultätsübergreifend formulierter Aufgabenstellungen</li> <li>selbstständige Projektarbeit nach dem Ansatz des „Problem Based Learning“ mit begleitendem Coaching durch die Aufgabenstellenden</li> <li>Durchführung eines Peer-Reviews zur Qualitätssicherung und Feedback-Kultur</li> <li>Erstellung eines wissenschaftlichen Papers zur Dokumentation des Forschungsprozesses oder der -ergebnisse</li> </ul>
Lehr- und Lernmethoden:	Seminar mit Projektphase
Prüfungsformen:	Wissenschaftliches Paper (50%), mündliche Prüfung (Präsentation und ausführliche Verteidigung des Ergebnisses) (50%)

Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	360 Std./12 Credits Seminar Projektarbeit	110 Std. 250 Std.
Präsenzzeit:	110 Std.	
Selbststudium:	250 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eid, Michael et al. (2017): Statistik und Forschungsmethoden. Ein Lehrbuch. Beltz Verlag.</li> <li>• Hirsch-Weber, Andreas; Scherer, Stefan (2016): Wissenschaftliches Schreiben und Abschlussarbeit in Natur- und Ingenieurwissenschaften: Grundlagen – Praxisbeispiele - Übungen. Utb Verlag.</li> <li>• Cropley, Arthur (2019): Qualitative Forschungsmethoden. Eine praxisnahe Einführung. Edition Klotz. 2.Auflage.</li> <li>• Hoda, R. (2024). Qualitative Research with Socio-Technical Grounded Theory. Springer.</li> </ul>	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine	
Besonderheiten:	Keine	
Letzte Aktualisierung:	25.07.2025	

## Anwendungskompetenzen 1 aus 2

### 10.4 Digitale Fabrik

Modulnummer:	9M301									
Art des Moduls:	Modul 1 aus 2 Anwendungskompetenz									
ECTS credits:	6									
Sprache:	Deutsch									
Dauer des Moduls:	Einsemestrig									
Empfohlenes Studiensemester:	M1									
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester									
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Gartzen									
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Gartzen									
Learning Outcome:	Die Studierenden können die Methoden, Modelle und Werkzeuge der Digitalen Fabrik für die in der VDI 4499 definierten Anwendungsfelder auswählen und einsetzen, indem sie in der Lage sind, die digitalen Modellen und Methoden unter anderem der Simulation und 3D-Visualisierung zum Zweck einer ganzheitlichen Planung, Realisierung, Steuerung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Fabrikprozesse und -ressourcen in Verbindung mit dem Produkt zu nutzen, um später den Produktionsprozess in Hinblick auf die Steigerung der Flexibilität, Schnelligkeit, Effizienz sowie der Nachhaltigkeit optimieren zu können.									
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übernahme der Produktplanungsdaten</li> <li>• Prozesszeitenplanung</li> <li>• Planung der Produktionsprozesse</li> <li>• Planung der Betriebsmittel (Konstruktionsvorschlag, Festlegung Anzahl)</li> <li>• Einsatzfaktorplanung</li> <li>• Layoutplanung des Werks und der Arbeitsplätze</li> <li>• Kostenbewertung</li> <li>• Absicherung der Planungsergebnisse</li> <li>• Übergabe der Planungsdaten an den Betrieb.</li> </ul>									
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase									
Prüfungsformen:	Projektarbeit (65%) und Klausur (35%)									
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung/Seminar</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>120 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>30 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung/Seminar	30 Std.	Projektarbeit	120 Std.	Vor- und Nachbereitung	30 Std.
180 Std./6 Credits										
Vorlesung/Seminar	30 Std.									
Projektarbeit	120 Std.									
Vor- und Nachbereitung	30 Std.									
Präsenzzeit:	30 Std.									
Selbststudium:	150 Std.									
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine									
Zwingende Voraussetzungen:	Keine									
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uwe Bracht, Dieter Geckler, et al., Digitale Fabrik, Methoden und Praxisbeispiele, Springer Verlag 2018</li> <li>• Johann Hofmann, Die digitaler Fabrik: Auf dem Weg zur digitalen Produktion Industrie 4.0, DIN e.V. 2016</li> <li>• VDI Richtlinie Digitale Fabrik Grundlagen Blatt 1-5</li> <li>• Wolfgang P. Riegelmayr, Industrie 4.0 – Vernetzung für die digitale Fabrik, VDE Verlag 2019</li> </ul>									

---

Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	05.09.2025

---

## 10.5 Digitalisierung

Modulnummer:	9M102						
Art des Moduls:	Modul 1 aus 2 Anwendungskompetenz						
ECTS credits:	6						
Sprache:	Deutsch						
Dauer des Moduls:	Einsemestrig						
Empfohlenes Studiensemester:	M1						
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester						
Modulverantwortliche*r:	Dr. pol. Chong Dae Kim						
Dozierende:	Dr. pol. Chong Dae Kim						
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden formulieren und reflektieren über Fragestellungen der Digitalisierung und untersuchen Ziele sowie soziotechnische Bedingungen eines Anwendungsfalls. Dafür wird durch die Studierenden ein Digitalisierungskonzept entworfen, analysiert und bewertet. Der Fokus liegt dabei auf der Erarbeitung der Stärken, Schwächen und Chancen eines jeweiligen Konzeptes in Hinblick auf seine gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen.</p> <p>Mithilfe von Digitalisierungsstrategien und Werkzeugen entwickeln die Studierenden Lösungskonzepte, für ihren ausgewählten Anwendungsfall, um diesen im Anschluss in einer realen Unternehmensumgebung zu implementieren.</p>						
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalisierung 4.0: Universelle Prinzipien, Kriterien und Ziele von Digitalisierungskonzepten</li> <li>• Einsatz von Strategien und Werkzeugen zur Umsetzung und Implementierung solcher Digitalisierungskonzepte in einem ausgewählten Anwendungsbereich (Protokolle, Cybersecurity, Datenanalyse, Generieren von kondensierten Messwerten, Datenfilterung, Datenbanken)</li> <li>• Spezielle Digitalisierungs- und Vernetzungskonzepte, z.B. Datensicherung und -verarbeitung, Fahrzeuge: Interne und externe Vernetzung</li> <li>• Verständnis der universellen Prinzipien, Kriterien und Ziele von Digitalisierungskonzepten für die verschiedensten Anwendungs- und Lebensbereiche</li> <li>• Hardware, Software und Programmierung zur Umsetzung und Implementierung solcher Digitalisierungskonzepte</li> </ul>						
Lehr- und Lernmethoden:	Projektbasiert, in zusammen mit Unternehmen aus der Industrie						
Prüfungsformen:	Projektarbeit (100%)						
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar und seminaristischer Unterricht</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>150 Std.</td> </tr> </table>	180 Std./6 Credits		Seminar und seminaristischer Unterricht	30 Std.	Projektarbeit	150 Std.
180 Std./6 Credits							
Seminar und seminaristischer Unterricht	30 Std.						
Projektarbeit	150 Std.						
Präsenzzeit:	30 Std.						
Selbststudium:	150 Std.						
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine						
Zwingende Voraussetzungen:	Keine						
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reimund Neugebauer, Digitalisierung, Springer Vieweg 2017</li> <li>• Inge Hanschke, Digitalisierung und Industrie 4.0 - einfach und effektiv: Systematisch und lean die Digitale Transformation meistern, Carl Hanser Verlag, 2018</li> <li>• Rainer Maria Wagner, Industrie 4.0 für die Praxis: Mit realen Fallbeispielen aus mittelständischen Unternehmen und vielen umsetzbaren Tipps, Springer Gabler 2018</li> </ul>						

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ronald Deckert, Digitalisierung und Industrie 4.0: Technologischer Wandel und individuelle Weiterentwicklung, Springer Gabler 2018</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	05.05.2025

---

## Transformative Kompetenzen 2 aus 4

### 10.6 Leadership

Modulnummer:	9M302	
Art des Moduls:	Modul 2 aus 4 „Transformative Kompetenzen“	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Anja Richert	
Dozierende:	Prof. Dr. phil. Anja Richert, Prof. Dr. phil. Valérie Varney	
Learning Outcome:	<p>Studierende können ingenieurwissenschaftliche, maschinenbauliche und ingenieurmäßige Entwicklungsprojekte im Hinblick auf einen Gesamtprojekterfolg planen und teambezogen leiten, indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Unterschied zwischen Leadership und Projektmanagement kennen</li> <li>• systematisch und kontextspezifisch klassische und agile Projektmanagementmethoden einsetzen</li> <li>• ihre Rolle und ihre Kommunikations- und Organisationsformen reflektieren und bewusst ausgestalten</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Lage sind Projekte systemisch zu analysieren, zu controlen und systematisch zu evaluieren.</li> <li>• die Studierende können arbeitsbezogene Führungssituationen analysieren und interpretieren, dieses auf Basis theoretischer Konzepte begründen und praxistaugliche Handlungsempfehlungen unter der Berücksichtigung von Neben-, Rück- und Fernwirkungen ableiten.</li> </ul> <p>Das Modul bereitet die Studierenden auf spätere Leitungsfunktionen und -situationen vor und soll sie dabei unterstützen, ihr Leiten im Sinne von Leadership zu gestalten</p>	
Modulinhalte:	Leadership und Projektmanagement, Kommunikation und Organisation in Projekten, Führung und Persönlichkeit, Führungsstil und Kommunikationsverhalten, High Performance Teams führen, Aufgaben einer Führungskraft: Visionen und Engagement, (agiles) Projektmanagement, Entscheidungsfindung und Vernetzung, Mitarbeiter:innengespräche führen, Einfluss und Macht als Führungsmerkmale, Strategien und Modelle zur Leitung von Transformationsprozessen	
Lehr- und Lernmethoden:	Microtrainings und projektgeleitetes Coaching	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (50%) und mündlicher Beitrag (50%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Coaching	45 Std.
	Vor- und Nachbereitung	135 Std.
Präsenzzeit:	45 Std.	
Selbststudium:	135 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	

Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jakoby, Walther (2018): Projektmanagement für Ingenieure. Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg. Springer VS.</li> <li>• Timinger, Holger (2017): Modernes Projektmanagement. Mit traditionellem, agilen und hybriden Vorgehen zum Erfolg. Wiley.</li> <li>• Sewell, Konrad (2019): Führungskraft: Wie Sie als Chef ein erfolgreiches Leadership und Team Management System aufbauen und ihre Führungstechniken in Unternehmensführung, Mitarbeiterführung und Personalführung verbessern.</li> <li>• Krickl, M., &amp; Buchinger, W. (2021). LEaD – Ein Kompetenzmodell für digitale Führung. Zeitschrift für Personalforschung, 35(1), 41–58. <a href="https://doi.org/10.1007/s11612-021-00582-w">https://doi.org/10.1007/s11612-021-00582-w</a></li> <li>• Spiegler, S. V., Heinecke, C., &amp; Heinecke, A. M. (2019). The Evolving Role of the Scrum Master in Agile Teams. arXiv preprint arXiv:1812.07867. <a href="https://arxiv.org/abs/1812.07867">https://arxiv.org/abs/1812.07867</a></li> <li>• Gren, L., &amp; Ralph, P. (2022). Agile Leadership in Practice: A Grounded Theory Study. arXiv preprint arXiv:2201.08058. <a href="https://arxiv.org/abs/2201.08058">https://arxiv.org/abs/2201.08058</a></li> <li>• Projektmanagement Aktuell (2024). Agile Selbstorganisation und Führung. Ausgabe 4/2024. Narr Francke Attempto Verlag. <a href="https://elibrary.narr.digital">https://elibrary.narr.digital</a></li> <li>• Juszczak, C. (2024). Anforderungen an Projektleiter:innen im agilen Umfeld. GRIN Verlag. <a href="https://www.grin.com/document/1407838">https://www.grin.com/document/1407838</a></li> <li>• Schreyögg, G. (2022). Agiles Management – Ein systemischer Ansatz. <i>Projektmanagement Aktuell</i>, Ausgabe 2/2022. <a href="https://elibrary.narr.digital">https://elibrary.narr.digital</a></li> </ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

## 10.7 Ethik

Modulnummer:	9M103	
Art des Moduls:	Modul 2 aus 4 „Transformative Kompetenzen“	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Anja Richert	
Dozierende:	Herr Michael Messal	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden sind fähig einen eigenen Standpunkt in Bezug auf ihr ingenieurmäßiges Handeln - im Spannungsfeld von ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Zielen - begründet zu entwickeln und diesen im Diskurs zu vertreten.</p> <p>Sie beziehen sich dabei auf philosophische Ethik als eine rationale Grundlage für die Herausbildung handlungsleitender Normen und nutzen verschiedene Ethiken zur Argumentation.</p> <p>Das Modul dient dazu, dass die Studierenden sich der persönlichen Verantwortung und der Dilemmata bewusstwerden, die ingenieurmäßiges Handeln im gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Kontext auslösen kann. Sie sollen die Stärken und Schwächen verschiedener Ethiken kennen und nutzen können. .</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• philosophisch-historischer Abriss zur Ethik</li> <li>• spezielle Ethiken, ggf. in Auswahl (z.B. Tugendethik, Utilitarismus, Pflichtenethik, Diskursethik)</li> <li>• Technikfolgenabschätzung</li> <li>• Erarbeitung einer Entscheidungsbasis („Ethikkodex“)</li> <li>• Training durch Fallbeispiele</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungs- und Diskursanteilen	
Prüfungsformen:	Lernportfolio (100%)	
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar	90 Std.
	Vor- und Nachbereitung	90 Std.
Präsenzzeit:	90 Std.	
Selbststudium:	90 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remmers, Peter (2018): Mensch-Roboter-Interaktion - Philosophische und ethische Perspektiven (Philosophische Hefte, Band 3), Logos Verlag.</li> <li>• Fenner, Dagmar (2010): Einführung in die angewandte Ethik. UTB Verlag.</li> <li>• Grunwald, Armin; Hillerbrandt, Raffaella (2020): Handbuch Technikethik. 2. Auflage; JB Metzler.</li> <li>• Bendel, Oliver (2019): Handbuch Maschinenethik. Springer VS.</li> </ul>	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering	
Besonderheiten:	Keine	

---

Letzte Aktualisierung: 05.09.2025

---

## 10.8 Entrepreneurial Thinking und Acting

Modulnummer:	9M303
Art des Moduls:	Modul 2 aus 4 „Transformative Kompetenzen“
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Jörg Luderich
Dozierende:	Frau Kerstin Schickendanz, MBA
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden sind durch unternehmerisches Denken und Handeln in der Lage unternehmerische Chancen zu erkennen, durch konkrete Innovationsprojekte eigenständig, interdisziplinär und strategisch zu adressieren und bis zu einem definierten Stand zu realisieren,</p> <p>indem sie zentrale Konzepte wie Geschäftsmodellentwicklung, Marktanalyse, Prototyping, Finanzierung und Marketing sowie Methoden wie Lean Canvas, Design Thinking und Pitch-Techniken anwenden,</p> <p>um in Kombination mit ihren ingenieurwissenschaftlichen und/ oder gesellschaftlichen Kompetenzen einen ersten Prototyp ihres Produktes oder Geschäftsmodelles zu verwirklichen.</p> <p>Dabei werden auch transversale Kompetenzen wie Problemlösung, Kreativität, Teamarbeit und Kommunikation gefördert, um aktiv zur digitalen und nachhaltigen Transformation beizutragen.</p>
Modulinhalte:	<p>Einführung in Entrepreneurship &amp; Intrapreneurship: Zum Einstieg erwerben die Studierenden grundlegendes Wissen über Entrepreneurship und Intrapreneurship. Sie befassen sich mit unternehmerischen Denk- und Handlungsweisen und setzen sich mit theoretischen Ansätzen sowie aktuellen Entwicklungen im Start-up-Ökosystem auseinander. Anhand ausgewählter Fallstudien analysieren sie Erfolgsfaktoren junger Unternehmen und reflektieren, wie unternehmerisches Denken in verschiedenen Kontexten wirksam wird. Damit legen sie das theoretische Fundament für den weiteren Verlauf des Moduls.</p> <p>Social Entrepreneurship: Im nächsten Schritt vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse durch die Auseinandersetzung mit Social Entrepreneurship. Sie analysieren unternehmerische Initiativen, die sich auf die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen fokussieren, und erarbeiten Kriterien für soziale Geschäftsmodelle. Dabei lernen sie sowohl soziale als auch ökologische Wirkungsdimensionen unternehmerischer Tätigkeit kennen. Durch Fallbeispiele reflektieren sie die Bedeutung von Verantwortung und Nachhaltigkeit im Innovationsprozess.</p> <p>Business Model Design: In diesem Seminar liegt der Fokus auf der systematischen Entwicklung und Validierung tragfähiger Geschäftsmodelle. Die Studierenden wenden Methoden wie das Lean Business Model Canvas und das Value Proposition Design an, um ihre Innovationsideen strukturiert aufzubereiten. Sie lernen, zentrale Elemente eines Geschäftsmodells zu benennen, in Beziehung zu setzen und kritisch zu hinterfragen. Dabei stärken sie ihre Fähigkeit, technologische Ideen mit marktwirtschaftlichem Denken zu verknüpfen.</p>

**Problem Fit – Probleme identifizieren:** Ein tragfähiges Geschäftsmodell basiert auf einem relevanten Problem. Daher beschäftigen sich die Studierenden in diesem Abschnitt mit der Identifikation und Analyse realer Problemstellungen. Sie lernen unterschiedliche Problemtypen zu differenzieren und wenden strukturierte Methoden der Problemanalyse an. Ziel ist es, ein tiefes Verständnis für die Ursachen und Auswirkungen des Problems zu entwickeln, um darauf basierend passgenaue Lösungsansätze zu erarbeiten.

**Solution Fit – Lösungen entwickeln:** Basierend auf dem erarbeiteten Problemverständnis entwickeln die Studierenden kreative Lösungsansätze. Mithilfe agiler Innovationsmethoden wie Design Thinking, insbesondere der 6-3-5 Methode, generieren sie Ideen, verfeinern diese im Team und bereiten sie auf die Validierung vor. Der iterative Entwicklungsprozess ermöglicht eine nutzerzentrierte Perspektive und fördert die Fähigkeit, technologische Lösungen kreativ und praxisnah auszugestalten.

**Market Fit – Marktanalyse & Validierung:** In dieser Phase wird das Geschäftskonzept marktorientiert weiterentwickelt. Die Studierenden führen qualitative und quantitative Marktanalysen durch, recherchieren relevante Daten und führen Interviews mit potenziellen Nutzergruppen. Die Ergebnisse fließen in die Anpassung und Optimierung der Geschäftsmodelle ein. Durch systematische Validierung erlangen sie fundierte Entscheidungsgrundlagen für eine erfolgreiche Markteinführung.

**Prototyping & Testing:** Nun folgt die praktische Umsetzung der Konzepte: Die Studierenden entwerfen erste Prototypen ihrer Produkte oder Geschäftsmodelle. Dabei kommen einfache und effektive Prototyping-Tools zum Einsatz. Ziel ist es, frühzeitig Nutzerfeedback einzuholen, Hypothesen zu testen und Annahmen zu überprüfen. Der Fokus liegt auf einem agilen, iterativen Lernprozess, der technische Ideen greifbar macht und zur Weiterentwicklung beiträgt.

**Marketing & Vertrieb:** Die erfolgreiche Markteinführung erfordert fundierte Kenntnisse in Marketing und Vertrieb. Die Studierenden erarbeiten sich zentrale Begriffe, Phasen und Instrumente des Produktlebenszyklus. Sie entwickeln praxisnahe Strategien zur Marktbearbeitung, Kundengewinnung und -bindung. Im Zentrum steht die Fähigkeit, eine effektive Kommunikations- und Vertriebsstrategie für ein technologiegetriebenes Produkt zu konzipieren.

**Financial Modelling:** Ein solides Geschäftsmodell benötigt eine tragfähige finanzielle Basis. In diesem Seminar beschäftigen sich die Studierenden mit den Grundlagen der Finanzierung und Finanzplanung. Sie erstellen einfache Finanzmodelle, analysieren Kapitalbedarfe, Cashflows und Finanzierungsoptionen. Der Umgang mit betriebswirtschaftlichen Kennzahlen stärkt ihre Fähigkeit, unternehmerische Entscheidungen auf Basis finanzieller Überlegungen zu treffen.

**Pitch & Storytelling:** Zum Abschluss lernen die Studierenden, ihre Innovationsideen überzeugend zu präsentieren. Sie entwickeln professionelle Pitch-Decks und trainieren den strukturierten Aufbau wirkungsvoller Präsentationen. Durch den gezielten Einsatz von Storytelling lernen sie, komplexe technische Ideen in fesselnde Geschichten zu übersetzen, die potenzielle Partner, Kunden oder Investoren emotional ansprechen und rational überzeugen. Dabei stärken sie ihre rhetorischen und kommunikativen Kompetenzen.

Lehr- und Lernmethoden:	Das Modul basiert auf dem <b>Challenge Based Learning Konzept</b> und verzahnt fachliche und methodische Inhalte, Diskussionen und Interaktionen und ermöglicht den Studierenden, das neu erworbene Wissen direkt anzuwenden und interaktiv zu überprüfen. Die Umsetzung erfolgt größtenteils im Makerspace.	
Prüfungsformen:	Lernportfolio (100%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	

Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engelen, A.; Engelen, M.; Bachmann, J. (2015) Corporate Entrepreneurship: Unternehmerisches Management in etablierten Unternehmen (ISBN: 978-3-658-00645-7)</li> <li>• Engelen, A.; von Gagern, C.; Engelen, M.; Bachmann, J. (2021) <i>Opportunity Recognition: 15 Ansätze für mehr Unternehmenswachstum</i> (ISBN: 978-3-658-34954-7)</li> <li>• Faschingbauer, M. (2021). Effectuation: Wie erfolgreiche Unternehmer denken, entscheiden und handeln. Schäffer-Poeschel. (ISBN: 978-3-791-02946-7)</li> <li>• Fueglistaller, U.; Fust, A.; Müller, C. A.; Müller, S.; &amp; Zellweger, T. M. (2019). Entrepreneurship. Modelle-Umsetzung-Perspektiven. Mit Fallbeispielen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. (ISBN: 978-3-658-26799-5)</li> <li>• Gassmann, O.; Choudury, M.; Csik, M.; Frankenberger, K. (2020) <i>The Business Model Navigator</i>. 2. Aufl. (ISBN: 978-1-292-32713-6)</li> <li>• Knapp, J.; Zeratsky, J.; Kowitz, B. (2016) <i>Sprint: Wie man in nur fünf Tagen neue Ideen testet und Probleme löst</i> (ISBN: 978-3-868-81638-9)</li> <li>• Minto, B. (2008) <i>The Pyramid Principle: Logic in writing and thinking</i> (ISBN: 978-0273710516)</li> <li>• Maurya, A. (2013) <i>Running Lean - Das How-to für erfolgreiche Innovationen: Das How-to für erfolgreiche Innovationen. Für Start-Ups, Existenzgründer und Produktentwickler</i> (ISBN: 978-3-955-61127-9)</li> <li>• Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2011) <i>Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer</i> (ISBN: 978-3-593-39474-9)</li> <li>• Ries, E. (2012) <i>Lean Startup: Schnell, risikolos und erfolgreich Unternehmen gründen</i> (ISBN: 978-3-868-81333-3)</li> <li>• Schwarz, S. (2014). <i>Social Entrepreneurship Projekte: Unternehmerische Konzepte als innovativer Beitrag zur Gestaltung einer sozialen Gesellschaft</i>. Springer-Verlag. (ISBN: 978-3-658-05169-3)</li> <li>• Sarasvathy, S. D. (2008). <i>Effectuation: Elements of entrepreneurial expertise</i>. In <i>Effectuation</i>. Edward Elgar Publishing. (ISBN: 978-0-071-36997-8)</li> <li>• Zelazny, G. (2001) <i>Say It With Charts: The Executive's Guide to Visual Communication</i> (ISBN: 978-0-071-36997-8)</li> </ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	01.05.2025

## 10.9 Innovationsmanagement

Modulnummer:	9M104	
Art des Moduls:	Modul 2 aus 4 „Transformative Kompetenzen“	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Valérie Varney	
Dozierende:	N.N.	
Learning Outcome:	<p>Am Ende des Moduls verfügen die Studierenden über Handlungswissen im Bereich des Innovationsmanagements. Sie kennen unterschiedliche Arten von Innovationen, können Innovationssysteme analysieren und mithilfe nutzer*innenzentrierter Ansätze gestalten. Im Rahmen eines Challenge-Based Learning Formats wenden sie ihr Wissen praxisnah an und reflektieren den Innovationsprozess aus fachlicher sowie nutzer*innenzentrierter Perspektive. Dabei entwickeln sie Kompetenzen in den Bereichen Systems-Thinking, Design-Thinking, interdisziplinäre Kooperation und kreative Problemlösung. Darüber hinaus setzen sie sich kritisch mit ihrer Rolle als Ingenieur*innen im gesellschaftlichen Kontext auseinander, entwickeln ein Bewusstsein für Technikfolgenabschätzung und erkennen ihre soziale Verantwortung im Innovationsprozess.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und Gestaltung von Innovationssystemen</li> <li>• Innovationen – Bandbreite und Ausprägungen</li> <li>• Finanzierung und Controlling von Innovationen</li> <li>• Nutzer*innenzentrierte Methoden der Innovationsentwicklung</li> <li>• Kreativitätstechniken</li> <li>• Prototyping</li> <li>• Reflexion</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	I Challenge-Based Learning, Interaktive Vorlesungen, Methodenlabs, Reflexionsformate, Projektarbeit, fortlaufendes Coaching und Beratung	
Prüfungsformen:	Mündlicher Beitrag (Präsentation) (60%) und Projektarbeit (40%)	
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar/Vorlesung	30 Std.
	Projektarbeit	150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baehr, H. D.; Kabelac, S. (2005): Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen; 12. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer Verlag</li> <li>• Keuper, Frank et al. (2013): Digitalisierung und Innovation. Planung – Entstehung – Entwicklungsperspektiven. Springer Gabler.</li> <li>• Disselkamp, Marcus (2012): Innovationsmanagement. Instrumente und Methoden zur Umsetzung im Unternehmen. Springer Gabler, 2.Auflage.</li> <li>• Leimeister, Jan Marco et al. (2011): Gemeinschaftsgestützte Innovationsentwicklung für Softwareunternehmen. EUL Verlag 2011.</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abele, Thomas (2019): Fallstudien zum Technologie- und Innovationsmanagement. Praxisfälle zur Wissensvertiefung. Springer Gabler.</li><li>• Granig, Peter et al. (2018): Mit Innovationsmanagement zur Industrie 4.0. Grundlagen, Strategien, Erfolgsfaktoren und Praxisbeispiele. Springer Gabler.</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	30.05.2025

---

**Schwerpunktmodule**

<u>Modulnr.</u>	<u>Modulbezeichnung</u>	<u>Dozent:innen</u>	<u>Verantwortliche/r</u>	<u>WiSe</u>	<u>SoSe</u>	<u>Schwerpunkt</u>
9M304	Entwicklung intelligenter Maschinenelemente	Prof. Dr.-Ing. Grünwald	Prof. Dr.-Ing. Grünwald	X	X	Smart Systems + Produktentwicklung
9M305	Modellbasierter Entwurf mechatronischer Systeme	Prof. Dr.-Ing. Jelali, Herr Papadopoulos, M. Sc.	Prof. Dr.-Ing. Jelali	-	X	Smart Systems
9M306	Digitales Produktionsmanagement	Prof. Dr.-Ing. Gartzen	Prof. Dr.-Ing. Gartzen	-	X	Smart Systems
9M307	Entwicklung KI-gesteuerter Interaktionssysteme	Prof. Dr. phil. Richert	Prof. Dr. phil. Richert	-	X	Smart Systems
9M105	CFD – Computational Fluid Dynamics	Prof. Dr.-Ing. Ziller, Herr Sturm, M.Eng.	Prof. Dr.-Ing. Ziller	X	-	Smart Systems
9M308	Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen	Prof. Dr.-Ing. Hallmann	Prof. Dr.-Ing. Hallmann	X	X	Smart Systems
9M309	Machine Vision	Prof. Dr.-Ing. Jelali, Herr Papadopoulos, M. Sc., Dr.-Ing. Al-Joumaa	Prof. Dr.-Ing. Jelali	-	X	Smart Systems
9M310	Mensch-Maschine-Interaktion	N.N.	Prof. Dr. phil. Richert	X	-	Smart Systems
9M111	XRealities	Prof. Dr. phil. Varney, Prof. Dr. phil. Richert	Prof. Dr. phil. Varney	X	-	Smart Systems
9M306	Machine Learning	Prof. Dr.-Ing. Jelali, Dr.-Ing. Al- Shrouf, Herr Gerz, M.Sc.	Prof. Dr.-Ing. Jelali	-	X	Smart Systems
9M311	Data Science für industrielle Anwendungen	Prof. Dr.-Ing. Anders	Prof. Dr.-Ing. Anders	-	X	Smart Systems
9M312	Data Engineering in Mechatronic Systems	N.N.	N.N.	X	-	Produktentwicklung
9M107	Schwingungstechnische Analyse und Maschinendynamik	Prof. Dr.-Ing. Wellendorf	Prof. Dr.-Ing. Wellendorf	-	X	Produktentwicklung
9M313	Nachhaltige Fertigung und Nutzung von Werkstoffen	Prof. Dr.-Ing. Schempp	Prof. Dr.-Ing. Schempp	X	-	Produktentwicklung
9M314	Kunststoffgerechtes nachhaltiges Produktdesign	Prof. Dr. Lake	Prof. Dr. Lake	X	-	Produktentwicklung

<u>Modulnr.</u>	<u>Modulbezeichnung</u>	<u>Dozent:innen</u>	<u>Verantwortliche/r</u>	<u>WiSe</u>	<u>SoSe</u>	<u>Schwerpunkt</u>
9M315	Simulation multiphysikalischer und nachhaltiger Systeme	N.N.	Prof. Dr.-Ing. Luderich (kommissarisch)	-	X	Produktentwicklung
9M316	Umwelttechnische Optimierung von Prozessen	Prof. Dr.-Ing. Rögner	Prof. Dr.-Ing. Rögner	-	X	Produktentwicklung
9M108	Rapid Prototyping und additive Fertigung	Prof. Dr.-Ing. Pyschny, Herr Trampnau	Prof. Dr.-Ing. Pyschny	X	-	Produktentwicklung
9M109	Schadensanalyse	Prof. Dr.-Ing. Katrakova-Krüger	Prof. Dr.-Ing. Katrakova-Krüger	X	-	Produktentwicklung
9M317	Kunststoffe und Verbundwerkstoffe	Prof. Dr.-Ing. Bonnet	Prof. Dr.-Ing. Bonnet	-	X	Produktentwicklung
9M318	Oberflächentechnologie	Prof. Dr.-Ing. Schubert	Prof. Dr.-Ing. Schubert	-	X	Produktentwicklung
9M110	Werkstofftechnik in der Praxis	Prof. Dr.-Ing. Katrakova-Krüger	Prof. Dr.-Ing. Katrakova-Krüger	-	X	Produktentwicklung

## 10.10 Entwicklung intelligenter Maschinenelemente

Modulnummer:	9M304
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme Schwerpunktmodul Produktentwicklung
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M2
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Stefan Grünwald
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Stefan Grünwald
Learning Outcome:	Die Studierenden können ein konventionelles Maschinenelement durch sensorische und elektronische Integration zu einem intelligenten System weiterentwickeln, indem sie eine geeignete Versuchsvorrichtung konstruieren, aufbauen und in Betrieb nehmen, Sensorik, Aktorik und Steuerung gezielt auswählen und integrieren, und durch Messung, Analyse und Interpretation der Ergebnisse dessen Verhalten bewerten, um die Prinzipien intelligenter Maschinenelemente praxisorientiert zu verstehen und anwenden zu können.
Modulinhalte:	Projektarbeit in Projektgruppen: Entwicklung und Aufbau einer Vorrichtung für ein Maschinenelement; Integration von Sensorik, Aktorik und Elektronik; Ansteuerung, Datenerfassung und Inbetriebnahme; Versuchsdurchführung, Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.
Lehr- und Lernmethoden:	Projekt
Prüfungsformen:	Projektarbeit (75%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (25%)
Workload (30 Std. $\approx$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits Seminar 10 Std. Projektarbeit 140 Std.
Präsenzzeit:	10 Std.
Selbststudium:	140 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stuart Russell, Peter Norvig, Künstliche Intelligenz; Pearson Studium 2012</li> <li>• Uwe Schob, Mechatronische Modellbildung von Produktionsanlagen: Konzepte und Methoden zur virtuellen Inbetriebnahme durch Softwarekopplung von Entwicklungswerkzeugen AV Akademikerverlag 2012</li> <li>• Rainer Stark, Virtuelle Inbetriebnahme für Industrie 4.0 zukunftssicher beherrschen.: Modulare Gestaltung und immersive, digitale Absicherung von mechatronischen Produktionsanlagen, Fraunhofer Verlag 2018</li> <li>• Berthold Schlecht: Maschinenelemente I und II, Pearson Verlag, München</li> <li>• Ulrich Kurz et al.: Konstruieren, Gestalten, Entwerfen, Vieweg-Teubner, Wiesbaden</li> </ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	09.05.2025

## 10.11 Modellbasierter Entwurf mechatronischer Systeme

Modulnummer:	9M305							
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme							
ECTS credits:	6							
Sprache:	Deutsch							
Dauer des Moduls:	Einsemestrig							
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2							
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester							
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali							
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali, Herr Konstantinos Papadopoulos, M. Sc.							
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben ein fundiertes technisches Verständnis für die Modellbildung sowie für die Analyse und Regelung komplexer mechatronischer Systeme. Das Modul wird anhand der Modellierung und Regelung einer Windkraftanlage als praxisrelevantes Anwendungsbeispiel anschaulich durchgeführt.</p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mechatronische Systeme mithilfe unterschiedlicher Ansätze zu modellieren. Sie lernen die Grundlagen der theoretischen Modellbildung kennen sowie datenbasierte Ansätze, wie z. B. die empirische und Machine-Learning-basierte Modellierung, um Prozesse virtuell nachzubilden und diese auf Basis von Simulationen hinsichtlich ihrer dynamischen Eigenschaften und kritischen Systemzustände zu untersuchen.</li> <li>• modellbasierte Regelungen zu konzipieren und in einer CAE/Software-Plattform mithilfe eines eigenen Frameworks zu implementieren sowie im geschlossenen Regelkreis zu simulieren, indem sie auf theoretische Systemmodelle und aus Daten gewonnene Modelle zurückgreifen, um modellbasierte Reglerentwürfe und Evaluationen des Regelungssystems durchzuführen.</li> </ul>							
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisierung mechatronischer Systeme in Echtzeit</li> <li>• Modellierung für unterschiedliche mechatronische Domänen</li> <li>• Identifikation dynamischer Systeme (Modellidentifikation aus Daten)</li> <li>• Modellbasierter Reglerentwurf</li> <li>• Rechnergestützte Simulation und Analyse mechatronischer Systeme</li> </ul>							
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase; Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung							
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)							
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung/Seminar</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>150 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung/Seminar	30 Std.	Projektarbeit	150 Std.
180 Std./6 Credits								
Vorlesung/Seminar	30 Std.							
Projektarbeit	150 Std.							
Präsenzzeit:	30 Std.							
Selbststudium:	150 Std.							
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Regelungstechnik, Programmierung sowie Erfahrung im Umgang mit Programmierertools							
Zwingende Voraussetzungen:	Keine							
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heimann, B. et al. (2016): Mechatronik. Carl Hanser Verlag</li> <li>• Isermann, R. (2008): Mechatronische Systeme. Springer-Verlag</li> <li>• Bohn, C.; Unbehauen, H. (2016): Identifikation dynamischer Systeme. Springer Verlag</li> </ul>							

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Föllinger, O. (2008): Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. Hüthig Verlag</li><li>• Dittmar, R.; Pfeiffer, B. (2004): Modellbasierte prädiktive Regelung. Oldenbourg Wissensch.</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	23.06.2025

---

## 10.12 Digitales Produktionsmanagement

Modulnummer:	9M306	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Gartzen	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Gartzen	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können die Methoden des Produktionsmanagements auf ein Produktionssystem anwenden und die digitalen Werkzeuge auswählen, die diese Methoden in der Praxis unterstützen. Dazu kombinieren sie sowohl die grundlegenden Methoden z. B. zur Lean Production, Fertigungsplanung und Steuerung, Logistikplanung und Instandhaltung mit digitalen Technologien wie z. B. IoT-Plattformen, Track&amp;Trace Technologien, AR-/VR-Werkzeuge und Smart Tools. Zur Ausgestaltung des Produktionsmanagements werden diese Konzepte auf ein Praxisbeispiel angewendet. Dies befähigt die Studierenden in der Berufspraxis planerische und steuernde Aufgaben in der Produktion zu übernehmen und die Möglichkeiten digital vernetzter Technologien dafür bewerten zu können.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herausforderung der Digitalisierung in produzierenden Unternehmen (insbesondere kleine, mittelständische Unternehmen)</li> <li>• Grundlegende Elemente des Produktionsmanagements (z.B. Zielsystem der Produktion, Wertstromanalyse, Bestandsmanagement, Fertigungsplanung, Auftragssteuerung, Kennzahlensystem etc.)</li> <li>• Technologien zur Digitalisierung und Vernetzung des Produktionsmanagements (z.B. IoT-Plattformen, Track&amp;Trace Systeme, Augmented Reality, Virtual Reality, Künstliche Intelligenz etc.)</li> <li>• Case Study zur Entwicklung einer Digitalisierungslösung für das Produktionsmanagement</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase; fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung	
Prüfungsformen:	Klausur (20%) und Projektarbeit (80%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Vorlesung	30 Std.
	Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	90 Std.
Präsenzzeit:	60 Std.	
Selbststudium:	90 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schuh, Günther; Schmidt, Carsten (2014): Handbuch Produktion und Management 5 – Produktionsmanagement. Springer Vieweg</li> <li>• Bauernhansl, Thomas et al. (2020): Fabrikbetriebslehre 1: Management in der Produktion. Springer Vieweg</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bauernhansl, Thomas et al. (2017): Handbuch Industrie 4.0, Bd.1: Produktion. Springer Vieweg</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	05.09.2025

---

## 10.13 Entwicklung KI-gesteuerter Interaktionssysteme

Modulnummer:	9M307							
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme							
ECTS credits:	6							
Sprache:	Deutsch							
Dauer des Moduls:	Einsemestrig							
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2							
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester							
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Anja Richert							
Dozierende:	Prof. Dr. phil. Anja Richert							
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben anwendungsorientiertes Wissen zur Konzeption und Entwicklung interaktiver, anthropomorpher Agenten. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen und Herausforderungen interaktiver, anthropomorpher Maschinen zu analysieren, indem sie Methoden der Entwicklungsmethodik, des Forschungsdesigns sowie den aktuellen Forschungsstand zu interaktiven Agenten heranziehen, um fundierte Gestaltungslösungen im Kontext der Mensch-Maschine-Interaktion zu entwickeln.</li> <li>• eigene bedarfsorientierte Anwendungen für interaktive Agenten zu entwickeln, indem sie im Rahmen eines betreuten Projekts mit den Lehrenden und Nutzenden arbeiten, um funktionale und anwendungsnahe Systeme wie beispielsweise Roboter, virtuelle Agenten oder Chatbots umzusetzen.</li> <li>• verschiedene Interaktionsmodalitäten gezielt einzusetzen und kritisch zu bewerten, indem sie textbasierte, sprachbasierte, non-verbale und multimodale Kommunikationsformen erproben, um den funktionalen und kommunikativen Anforderungen realer Anwendungsszenarien gerecht zu werden.</li> <li>• barrierearme und ethisch reflektierte Gestaltungslösungen für interaktive Maschinen zu identifizieren und umzusetzen, indem sie Grundlagen inklusiven Designs berücksichtigen, um zur gesellschaftlich verantwortlichen Technikentwicklung beizutragen.</li> <li>• in Gruppen projektbasiert zu arbeiten, indem sie Designmethoden zur Einbeziehung von Nutzendengruppen umsetzen und Projektmanagementtools sowie iterative Feedbackprozesse nutzen, um ein funktionsfähiges System zu entwickeln.</li> <li>• ihre Projektergebnisse nachvollziehbar und adressatengerecht zu dokumentieren, um die Entwicklungsschritte und die Funktionsweise des eigenen Systems verständlich zu vermitteln.</li> </ul>							
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in interaktive Agenten und Anwendungsszenarien: Soziale Roboter, Chatbots, virtuelle Agenten etc.</li> <li>• Entwicklungsmethodik und empirische Forschung für soziotechnische Systeme</li> <li>• Interaktionsmodalitäten: Text, Sprache, Gestik, Mimik, Multimodalität</li> </ul>							
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase. Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung							
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)							
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung/Seminar</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>150 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung/Seminar	30 Std.	Projektarbeit	150 Std.
180 Std./6 Credits								
Vorlesung/Seminar	30 Std.							
Projektarbeit	150 Std.							
Präsenzzeit:	30 Std.							
Selbststudium:	150 Std.							

Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Programmierkenntnisse sowie Erfahrung im Umgang mit Entwicklungsumgebungen.
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Birgit Lugin, Catherine Pelachaud, and David Traum (Eds.). 2021. The Handbook on Socially Interactive Agents: 20 years of Research on Embodied Conversational Agents, Intelligent Virtual Agents, and Social Robotics Volume 1: Methods, Behavior, Cognition (1st. ed.). ACM Books, Vol. 37. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. <a href="https://doi.org/10.1145/3477322">https://doi.org/10.1145/3477322</a></li> <li>• Birgit Lugin, Catherine Pelachaud, and David Traum (Eds.). 2022. The Handbook on Socially Interactive Agents: 20 years of Research on Embodied Conversational Agents, Intelligent Virtual Agents, and Social Robotics Volume 2: Interactivity, Platforms, Application (1st. ed.). ACM Books, Vol. 48. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. <a href="https://doi.org/10.1145/3563659">https://doi.org/10.1145/3563659</a></li> <li>• Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., Keijsers, M., &amp; Šabanovic, S. (2024). Mensch-Roboter-Interaktion: Eine Einführung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.</li> <li>• Hoda, R. (2024). Qualitative Research with Socio-Technical Grounded Theory. Springer.</li> </ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	26.05.2025

## 10.14 CFD – Computational Fluid Dynamics

Modulnummer:	9M105	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Englisch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Claudia Ziller	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Claudia Ziller, Herr Oliver Sturm, M.Eng.	
Learning Outcome:	<p>Was: Die Studierenden formulieren und modellieren Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit Strömungsprozessen. Sie lösen diese mit numerischen Methoden, analysieren die Ergebnisse und bewerten deren Genauigkeit.</p> <p>Womit: Sie setzen ein Softwaretool ein, um Geometrien und Netze zu erzeugen, nutzen geeignete numerische Lösungsmethoden und Modelle, und visualisieren sowie validieren die Ergebnisse in Beispielen und einem eigenen Projekt.</p> <p>Wozu: Diese Kompetenzen ermöglichen es ihnen, reale Strömungsvorgänge in technischen und wissenschaftlichen Themenbereichen zu simulieren, analysieren und optimieren.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen CFD: Aufbau und Möglichkeiten numerischer Strömungssimulation</li> <li>• Navier-Stokes-Gleichungen</li> <li>• mathematische Modellbildung: Diskretisierungsmethoden, Finite-Volumen</li> <li>• numerische Lösungsmethoden, Konvergenzkriterien, Randbedingungen</li> <li>• Netze und Gitter</li> <li>• Turbulenzmodelle und Wandfunktionen</li> <li>• Wärmeübertragungsmodelle (Konvektion, Leitung, Strahlung)</li> <li>• Validierung, Fehlerbetrachtung (Art, Ursache, Vermeidung)</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Die Vorlesung zur Besprechung der Grundlagen, die anhand von Beispielen und einfachen Excel-Programmierungen veranschaulicht wird. Zum Ende des Moduls wird ein Gastvortrag aus der Praxis angeboten.</p> <p>In Übungen/Rechnerpraktikum wird die Bedienung des Softwarepakets gelernt. Die selbstständige Bearbeitung eines eigenen Projektes erfolgt in Kleinstgruppen; dazu gehört die Definition des Projektziels innerhalb des vorgegebenen Rahmens, die Durchführung der CFD-Simulationen, die Erstellung eines Posters oder Berichts und die Ergebnispräsentation. Während der Projektphase werden wöchentliche Reflexionsgespräche zum Projektfortschritts angeboten. Materialien zur Vor- und Nachbereitung (Vorlesungsmaterial, Übungsbeispiele, Rahmen der Projektarbeit) sind online in ILU verfügbar.</p>	
Prüfungsformen:	Lernportfolio (100%)	
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Vorlesung	30 Std.
	Übungen/Rechnerpraktikum	30 Std.
	Reflexionsgespräche	10 Std.
	Projektarbeit	80 Std.
	Vor- und Nachbereitung	30 Std.
Präsenzzeit:	70 Std.	

Selbststudium:	110 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reiners, N., Blieske, U., Siebentritt, S. (2018): Investigation on the Angle and Spectral Dependence of the Internal and the External Quantum Efficiency of Crystalline Silicon Solar Cells and Modules, IEEE Journal of Photovoltaics Vol. 8 (6), pp. 1738–1747</li> <li>• Ansys Inc. (Hrsg.), (2006): ANSYS CFX-Solver Theory Guide; [o.Aufl.]; [o.O.]</li> <li>• Laurien, E.; Oertel, H. (2013): Numerische Strömungsmechanik: Grundgleichungen und Modelle - Lösungsmethoden - Qualität und Genauigkeit; 5., überarb. und erw. Aufl.; Wiesbaden: Springer Vieweg</li> <li>• Ferziger, J. H.; Perić, M. (2002): Computational methods for Fluid Dynamics; 3. überarb. Aufl; Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag</li> <li>• Wendt, J. F.; Anderson, J. D. (Hrsg), (2009): Computational Fluid Dynamics; 3. überarb. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag</li> <li>• Oertel jr., H. (Hrsg) (2012): Prandtl – Führer durch die Strömungslehre: Grundlagen und Phänomene; 13., überarb. Aufl.; Wiesbaden: Springer Verlag</li> <li>• Lecheler, S. (2014): Numerische Strömungsberechnung: Schneller Einstieg durch anschauliche Beispiele mit ANSYS 15.0; 3., aktual. Aufl.; Wiesbaden: Springer Verlag</li> </ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering, Master Verfahrenstechnik - Prozessintensivierung
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.06.2025

## 10.15 Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen

Modulnummer:	9M308											
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme											
ECTS credits:	6											
Sprache:	Deutsch											
Dauer des Moduls:	Einsemestrig											
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2											
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester											
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Henning Hallmann											
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Henning Hallmann											
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden begreifen die Notwendigkeit nichtlinearer Berechnungen zur Erkennung von Tragreserven und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Konstruktionen. Sie beschreiben verschiedene Arten nichtlinearer Problemstellungen.</p> <p>Darauf aufbauend erkennen die Studierenden nichtlineare Problemstellungen und können diese einer Kategorie zuordnen. Die Studierenden können Konzepte nicht-linearer Finite-Elemente-Methoden beschreiben, speziell in den Bereichen Kontinuumsmechanik (nichtlineares Materialverhalten, Stabilitätsprobleme, Kontakt und Reibung, etc.). Für exemplarische Aufgabenstellungen können die Studierenden unter Nutzung einer kommerziellen FEM-Software eine geeignete Modellbildung vornehmen, mittels FEM lösen und die Lösung diskutieren.</p> <p>Dies sind beispielsweise Stabilitäts- und Kontaktprobleme; die Studierenden klassifizieren und beurteilen diese, sie sind in der Lage Stabilitäts- und Kontaktmodelle zu erstellen und zu berechnen, sowie Festigkeits- und Stabilitätsnachweise durchzuführen.</p>											
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung von Nichtlinearitäten, Übersicht über geometrisch und physikalisch nichtlineare Probleme mit Einführungsbeispiel</li> <li>• Übersicht über nichtlineare Materialgesetze</li> <li>• elastisch-plastische Effekte</li> <li>• Übersicht über Lösungsverfahren für statische Probleme (Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, Bogenlängenverfahren), Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme (inkrementelle / iterative Verfahren, Newton-Raphson Methode), Transiente Lösungen (explizite und implizite Zeitintegrationsverfahren)</li> </ul> <p>Ausgewählte Anwendungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwertlösungen für Stab- und Schalenkonstruktionen (Eigenbuckling)</li> <li>• nichtlineare Stabilitätsuntersuchungen (Nichtlineares Beulen), Einfluss der geometrischen Imperfektionen und lokalen Lasteinleitungen</li> <li>• Post-buckling Verhalten (Nachbeulverhalten)</li> <li>• Kontaktarten: Modelle und Realität</li> <li>• Kontaktprobleme (Methoden/Algorithmen, Reibung, Kontaktkörper / Kontaktpaare)</li> </ul>											
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase; Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung											
Prüfungsformen:	Schriftlicher Bericht (100%) oder mündlicher Beitrag (Präsentation) (100%)											
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung	30 Std.	Seminar	30 Std.	Projektarbeit	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	90 Std.
180 Std./6 Credits												
Vorlesung	30 Std.											
Seminar	30 Std.											
Projektarbeit	30 Std.											
Vor- und Nachbereitung	90 Std.											
Präsenzzeit:	90 Std.											

---

Selbststudium:	90 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• K.J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2001</li><li>• L. Nasdala, FEM-Formelsammlung Statik und Dynamik, Vieweg+Teubner, 2010</li><li>• Issler, Ruoff, Häfele. Festigkeitslehre - Grundlagen, Springer, 2. Auflage, 1997.</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	05.09.2025

---

## 10.16 Machine Vision

Modulnummer:	9M309	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali, Herr Konstantinos Papadopoulos, M. Sc., Dr.-Ing. Hammoud Al-Joumaa	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben ein fundiertes technisches Verständnis für die Funktionsweise von Machine-Vision-Komponenten und Computer-Vision-Algorithmen sowie anwendungsorientiertes Wissen zur Konzeption und Entwicklung von Machine-Vision-Automationslösungen. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, selbständig eigene Machine-Vision-Automationslösungen für (einfache) industrielle Anwendungsfälle im Bereich der Qualitätssicherung unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen zu konzipieren, zu entwerfen, zu realisieren, in Betrieb zu nehmen und zu optimieren, in dem sie ein breites Wissen an unterschiedlichen Systemtechnologien (insbesondere Kamera-, Linse-, Beleuchtungstechnik und Verarbeitungsplattformen) nutzen, Bildverarbeitungsverfahren sowie Machine Learning/Deep Learning-Verfahren auswählen, implementieren und kritisch bewerten, um später Inspektionssysteme mit fortschrittlichen Objektdetektions- und Klassifikationsalgorithmen auszustatten.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zu Computer Vision, Machine Vision und Machine Learning/Deep Learning</li> <li>• Aufbau von Machine-Vision-Systemen, Technologien und Systemkonzepten</li> <li>• Verfahren für die Vorverarbeitung von Bilddaten (Farbkorrekturen, Entzerrung, Rauschunterdrückung, Kerneloperationen etc.)</li> <li>• Aufbau von ML-Verarbeitungspipelines, Modelltraining und Evaluation</li> <li>• Entwurfsmethodik für Machine-Vision-Systemlösungen</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus seminaristischem Unterricht inkl. Screencasts für die Vorlesungsinhalte und Übungen sowie Projektphase mit fortlaufendem Coaching und Beratung	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Vorlesung/Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Data Science, Grundlegende Programmierkenntnisse sowie Erfahrung im Umgang mit Programmierertools	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornberg, A. (2006): Handbook of Machine Vision. Wiley-VCH.</li> <li>• Beyerer, J.; León, F. P.; Frese, C. (2016): Machine Vision – Automated Visual Inspection: Theory, Practice and Applications. Springer Berlin-Heidelberg.</li> <li>• Batchelor, B. G. (2012): Machine Vision Handbook, Springer London</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Corke, P. (2017): Robotics, Vision and Control. Springer International Publishing</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	10.06.2025

---

## 10.17 Mensch-Maschine-Interaktion

Modulnummer:	9M310	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Anja Richert	
Dozierende:	N.N.	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben anwendungsorientiertes Wissen über die Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau und die Funktionsweisen interaktiver technischer Systeme zu analysieren, um deren Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten im Kontext der Mensch-Maschine-Interaktion fundiert zu bewerten.</li> <li>• Systemarchitekturen für interaktive Anwendungen unter Einbindung intelligenter Komponenten zu verstehen und zu entwerfen, um komplexe Interaktionsprozesse zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen.</li> <li>• Verhalten technischer Systeme modellhaft zu beschreiben und prototypisch umzusetzen, um anwendungsbezogene, kontextabhängige Interaktionsformen zu gestalten.</li> <li>• zielgerichtete Interaktionsstrategien zu entwickeln, indem sie kommunikative Anforderungen analysieren, um adaptives und benutzungsfreundliches Systemverhalten zu realisieren.</li> <li>• interaktive technische Systeme methodisch zu evaluieren, um deren Funktionalität, Effizienz und Gebrauchstauglichkeit systematisch zu beurteilen.</li> </ul>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion</li> <li>• Aufbau und Funktionsweise interaktiver technischer Agentensysteme</li> <li>• Systemarchitekturen mit und ohne KI</li> <li>• Modellierung und Implementierung von Agentenverhalten</li> <li>• Entwicklung von Interaktionsstrategien</li> <li>• Evaluation technischer Agentensysteme</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase. Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)	
Workload (30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	Vorlesung/Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Programmierkenntnisse, sowie die Bereitschaft, sich in interdisziplinäre Fragestellungen und Grundlagen der Entwicklungsmethoden einzuarbeiten	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., Keijsers, M., &amp; Sabanovic, S. (2020). Mensch-Roboter-Interaktion: Eine Einführung</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lugin, B. (2021). Introduction to Socially Interactive Agents. In B. Lugin, C. Pelachaud, &amp; D. Traum (Eds.), The Handbook on Socially Interactive Agents</li><li>• Heinecke, A. M., &amp; Gerken, J. (2024). Mensch-Computer-Interaktion: Basiswissen für Entwickler und Gestalter</li><li>• Butz, A., Krüger, A., &amp; Völkel, S. T. (2022). Mensch-Maschine-Interaktion</li><li>• Magnenat-Thalmann, N., Yuan, J., Thalmann, D., &amp; You, B.-J. (Eds.). (2016). Context Aware Human-Robot and Human-Agent Interaction</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

---

## 10.18 XRealities

Modulnummer:	9M111	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Valérie Varney	
Dozierende:	Prof. Dr. phil. Valérie Varney, Prof. Dr. phil. Anja Richert	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben Handlungswissen über Augmented, Mixed und Virtual Reality in der Industrie 4.0. Sie können die Unterschiede der Technologien und die Bedeutung menschlicher Wahrnehmung für den industriellen AR-/MR- und VR-Einsatz beschreiben. Die Studierenden kennen verschiedene Interaktionsmöglichkeiten in X-Reality-Anwendungen in der Industrie 4.0 und sind in der Lage selbst ausgewählte Entwicklungsprozesse durchzuführen. Die Studierenden erproben ihr Wissen durch die gegenseitige Evaluation ihrer Entwicklungsprojekte, um später X-Reality Projekte konzipieren, umsetzen und evaluieren zu können.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmented (AR), Mixed (MR) und Virtual Reality (VR):</li> <li>• Definition, Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele</li> <li>• Theorien und Modelle zum Einsatz von AR/MR/VR</li> <li>• Interaktionen in X-Realities</li> <li>• Evaluation der Technologien</li> <li>• X-Reality Projekt: Entwicklung und Evaluation einer AR-/MR-/VR-Anwendung</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase. fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (50%) und Lernportfolio (50%)	
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	Seminaristische Vorlesung	45 Std.
	Projektarbeit	45 Std.
	Vor- und Nachbereitung	90 Std.
Präsenzzeit:	45 Std.	
Selbststudium:	135 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jost, Jana et al. (2017): Der Mensch in der Industrie – Innovative Unterstützung durch Augmented Reality. In: Handbuch Industrie 4.0. Bd. 1. Springer Vieweg, 2. Auflage.</li> <li>• Dörner, Ralf et al. (2013): Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Springer Vieweg, Wiesbaden.</li> <li>• Jerald, Jason (2016): The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality; ACM und Morgan &amp; Claypool.</li> <li>• Schmalstieg, Dieter; Höllerer, Tobias (2016): Augmented Reality: Principles and Practice. Addison-Wesley.</li> <li>• Linowes, Jonathan (2015): Unity virtual reality projects: Explore the world of virtual reality by building immersive and fun VR projects using Unity 3D. Packt Publishing.</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>Linowes, Jonathan; Babilinski, Krystian (2017): Augmented Reality for Developers: Build practical augmented reality applications with Unity, ARCore, ARKit, and Vuforia; Packt Publishing.</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	09.09.2025

---

## 10.19 Machine Learning

Modulnummer:	9M106	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali, Dr.-Ing. Loui Al-Shrouf, Herr Fabian Gerz, M.Sc.	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben ein fundiertes technisches Verständnis für die Funktionsweise fortgeschrittener Machine-Learning-Ansätze sowie anwendungsorientiertes Wissen zur Entwicklung datengetriebener Vorhersagemodelle. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine-Learning-Methoden zu analysieren und zu evaluieren, indem sie Algorithmen (z.B. supervised/unsupervised Learning, Deep Learning) theoretisch durchdringen und deren Eignung für konkrete Problemstellungen (z. B. Predictive Maintenance) kritisch reflektieren.</li> <li>• Datenanalyse-Pipelines zu untersuchen und zu validieren, indem sie Metriken zur Leistungsbewertung von Modellen anwenden, statistische Aussagekraft interpretieren und Robustheit gegenüber Störgrößen prüfen.</li> <li>• datengetriebene Lösungen zu konzipieren und zu implementieren, indem sie Bibliotheken (z. B. scikit-learn, TensorFlow) nutzen, Daten vorverarbeiten und Modelle für technische Systeme zielgerichtet optimieren.</li> <li>• Anwendungsorientierte ML-Modelle zu entwerfen, um industrielle Herausforderungen wie Fehlerfrüherkennung oder Wartungsplanung durch Architekturen (z. B. CNN, Anomalieerkennung) systematisch zu lösen.</li> <li>• Analyseergebnisse adressatengerecht zu kommunizieren und zu visualisieren, indem sie Methoden der explorativen Datenanalyse (EDA) einsetzen, um Entscheidungsgrundlagen für Fach- und Führungsebenen aufzubereiten.</li> <li>• interdisziplinär in agilen Projekten zu kooperieren, indem sie Versionskontrollsysteme (Git) und Projektmanagement-Tools nutzen, um ML-Lösungen teamorientiert zu entwickeln.</li> </ul>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervised Learning: Klassifikation (z.B. SVM, Entscheidungsbäume, logistische Regression) und Regression (z.B. lineare Regression, Random Forests)</li> <li>• Grundlagen zu Unsupervised Learning (Clustering, Anomaly Detection), Reinforcement Learning</li> <li>• Modellbewertung &amp; -auswahl: Cross-Validation, Hyperparameter-Optimierung (Grid Search, Random Search)</li> <li>• Neuronale Netze: Fully Connected Deep Neural Networks (FN-DNN), Backpropagation, Aktivierungsfunktionen</li> <li>• Convolutional Neural Networks (CNN): Architekturen, Anwendungen in der Bild- und Signalverarbeitung</li> <li>• CRISP-DM-Modell: Phasen des Data-Mining-Prozesses</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase. Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)	
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits Vorlesung/Seminar	30 Std.

	Projektarbeit	150 Std..
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Data Science, Grundlegende Programmierkenntnisse sowie Erfahrung im Umgang mit Programmierertools	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Géron, A. (2019): Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition</li> <li>• Burkov, A. (2019): Machine Learning kompakt. mitp Verlag</li> <li>• Aggarwal, C. C. (2018): Neural Networks and Deep Learning. Springer-Verlag</li> <li>• Müller, A. C.; Guido, S.; Rother, K. (2017): Einführung in Machine Learning mit Python: Praxiswissen Data Science. O'Reilly Verlag</li> <li>• Raschka, S.; Mirjalili, V. (2018): Machine Learning mit Python und Scikit-Learn und TensorFlow. mitp Verlag.</li> </ul>	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Green Building Engineering	
Besonderheiten:	Keine	
Letzte Aktualisierung:	10.06.2025	

## 10.20 Data Science für industrielle Anwendungen

Modulnummer:	9M311	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Smart Systems und soziotechnische Systeme	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Denis Anders	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Denis Anders	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben anwendungsorientiertes Wissen über die Nutzung von Methoden des Data Science im Kontext praktischer Fragestellungen aus Industrie und Forschung. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Datensätze zu strukturieren, zu interpretieren und in praxis-taugliche Modelle zu überführen.</li> <li>• industrielle Prozesse zu analysieren und leiten datenbasierte Optimierungs- oder Wartungsstrategien abzuleiten.</li> <li>• zentrale Methoden des Data Science zur Analyse industrieller Daten an-zuwenden, um den aktuellen Zustand technischer Systeme fundiert zu bewerten und Prognosemodelle für das zukünftige Systemverhalten abzuleiten.</li> <li>• können Verfahren wie Clustering, Regression, Zeitreihenanalyse und Dimensionsreduktion zielgerichtet einsetzen, um zentrale Merkmale und besondere Phänomene technischer Systeme sowie Prozesse zu identifizieren.</li> </ul>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Data Science für Industrieanwendungen</li> <li>• Datenvorverarbeitung &amp; Feature Engineering</li> <li>• Methoden der Dimensionsreduktion</li> <li>• Zeitreihenanalyse</li> <li>• Regression und Klassifikation</li> <li>• Clustering</li> <li>• datengetriebene Strategien der Modellbildung</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase. Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)	
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Vorlesung/Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Programmierkenntnisse, sowie die Bereitschaft, sich in interdisziplinäre Fragestellungen und statistische Grundlagen bei der Analyse von Daten einzuarbeiten	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grus, J. (2019). Einführung in Data Science: Grundprinzipien der Datenanalyse mit Python.</li> <li>• Bruce, P., Bruce, A. &amp; Gedeck, P. (2021). Praktische Statistik für Data Scientists: 50+ essenzielle Konzepte mit R und Python.</li> </ul>	

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frick, D., Gadatsch, A., Kaufmann, J., Lankes, B., Quix, C., Schmidt, A. &amp; Schmitz, U. (2021). Data Science: Konzepte, Erfahrungen, Fallstudien und Praxis.</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

---

## 10.21 Data Engineering in Mechatronic Systems

Modulnummer:	9M312	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	N.N.	
Dozierende:	N.N.	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Dateninfrastrukturen für mechatronische Systeme zu konzipieren und zu implementieren, um datengetriebene Produktentwicklung und -optimierung zu ermöglichen. Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind sie in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skalierbare Datenbankarchitekturen (SQL, NoSQL, Time-Series) anhand von Anforderungsanalysen aus der Produktentwicklung auszuwählen und zu betreiben;</li> <li>• Datenqualität und -integration in heterogenen Systemlandschaften (IoT/ IIoT, CAx, ERP) zu sichern, indem sie Methoden des Data Wrangling und Cleansing auf Maschinen- und Prozessdaten anwenden.</li> <li>• Data-Lake-/ Warehouse-Konzepte zu bewerten, um Daten aus allen Phasen des Produktlebenszyklus (von der Entwicklung über die Produktion bis zum Betrieb) zusammenzuführen und so eine datengetriebene Verbesserung von Produkten (z.B. Predictive Maintenance) und Entwicklungsprozessen (simulationsgestützte Validierung) zu ermöglichen.</li> </ul> <p>Cloud-basierte und edge-orientierte Datenplattformen für verteilte mechatronische Systeme zu konzipieren und deren Eignung für spezifische Anwendungsfälle kritisch zu reflektieren, um Data-Engineering-Lösungen teamorientiert zu entwickeln und später in der Praxis einzusetzen.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Data Engineering: Datenlebenszyklus, Anforderungen in der Mechatronik (IoT, Digitale Zwillinge)</li> <li>• Datenakquisition und -integration: Erfassung von Sensordaten, Nutzung industrielle Kommunikationsprotokolle (OPC UA, MQTT), sowie die Anbindung von Schnittstellen zu CAx-, ERP- und IIoT-Systemen</li> <li>• Datenhaltung und -architektur: Relationale Datenbanken (SQL), Time-Series Datenbanken und NoSQL</li> <li>• Datenverarbeitung und -pipelines: Konzeption und Implementierung von Datenpipelines. Methoden des Batch-Processings (ETL/ELT) zur Aufbereitung historischer Maschinendaten sowie Konzepte der Echtzeitverarbeitung (Stream-Processing) zur sofortigen Analyse von Sensordatenströmen (z.B. mit Apache Kafka)</li> <li>• Datenqualität und -vorverarbeitung: Data Wrangling, Cleaning und Engineering von Maschinen- und Prozessdaten.</li> <li>• Data-Plattform-Architekturen: Data Warehouses, Cloud-basierte Lösungen (AWS, Azure), Edge-Computing</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung, seminaristischen Unterricht sowie einer praxisorientierten Projektphase. Fortlaufendes Coaching & Beratung während der Projektdurchführung.	
Prüfungsformen:	Projektarbeit oder Klausur (70%) und Präsentation oder Praktikum (30%)	
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./ 6 Credits	
	Vorlesung/Seminar	30 Std.
	Projektarbeit	150 Std.

Präsenzzeit:	30 Std.
Selbststudium:	150 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Programmierkenntnisse (Python) sowie Erfahrung im Umgang mit Programmierertools, Grundverständnis von Datenbanksystemen, Grundlagen der Mechatronik.
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reis, J. &amp; Housley, M. (2022): Fundamentals of Data Engineering. O'Reilly</li><li>• Kemper Alfons und Eickler André (2015): Datenbanksysteme - Eine Einführung. De Gruyter</li><li>• Ghorbani, A. (2021): Data Engineering with Apache Spark, Delta Lake, and Lakehouse. Packt</li><li>• Marz, N. &amp; Warren, J. (2015): Big Data: Principles and best practices of scalable real-time data systems. Manning</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Praxisnahes Modul mit Fokus auf reale Anwendungsfälle aus dem Maschinenbau und der Produktentwicklung
Letzte Aktualisierung:	13.09.2025

## 10.22 Schwingungstechnische Analyse und Maschinendynamik

Modulnummer:	9M107											
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung											
ECTS credits:	6											
Sprache:	Deutsch											
Dauer des Moduls:	Einsemestrig											
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2											
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester											
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Axel Wellendorf											
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Axel Wellendorf											
Learning Outcome:	<p>Was: Die Studierenden können schwingungstechnische Vorgänge analysieren, modellieren und bewerten.</p> <p>Womit: Indem sie Messsysteme (DAQ-Systeme), Sensorik, Methoden der Signalverarbeitung und numerische Modelle anwenden.</p> <p>Wozu: Um im weiteren Verlauf Maschinen und Anlagen hinsichtlich Schwingungsverhalten, Diagnosefähigkeit und schwingungsbasierter Nutzung (z. B. in Schwingungsmaschinen) praxisnah zu optimieren.</p>											
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen mechanischer Schwingungen (ein- und mehrfrei)</li> <li>• erzwungene, freie und gedämpfte Schwingungen</li> <li>• mathematische Modellbildung (Newton, Lagrange, MKS)</li> <li>• Zeitintegration (z. B. Runge-Kutta, Newmark-Verfahren)</li> <li>• Datenerfassungssysteme (DAQ), Sensorik für Schwingungsmessung</li> <li>• digitale Signalverarbeitung: FFT, Spektralanalyse, Hüllkurve, Zeit-Frequenz-Verfahren</li> <li>• numerische Lösung von Bewegungsgleichungen (Modalanalyse, Harmonische Analyse)</li> <li>• Vergleich numerischer und experimenteller Daten</li> <li>• Einführung in Zustandsüberwachung (Condition Monitoring)</li> </ul>											
Lehr- und Lernmethoden:	<p>Vorlesung mit interaktiven Beispielen  Praktika zur Schwingungsmessung und Signalverarbeitung  Gruppenprojekte mit Auswertung realer Messdaten  Softwareeinsatz (DasyLab, MATLAB, NI LabVIEW o. ä.)  Fallstudien aus Industrieanwendungen</p>											
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)											
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>60 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung	30 Std.	Praktikum	30 Std.	Projektarbeit	60 Std.	Vor- und Nachbereitung	60 Std.
180 Std./6 Credits												
Vorlesung	30 Std.											
Praktikum	30 Std.											
Projektarbeit	60 Std.											
Vor- und Nachbereitung	60 Std.											
Präsenzzeit:	60 Std.											
Selbststudium:	120 Std.											
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Grundlagen der Mechanik, Mathematik, Messtechnik											
Zwingende Voraussetzungen:	Keine											

---

Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jürgler, R.: Maschinendynamik, VDI-Verlag, Düsseldorf;</li><li>• Dresig, Holzweißig: Maschinendynamik, Springer Verlag;</li><li>• Brommundt, Sachau: Schwingungslehre mit Maschinendynamik, Springer Verlag;</li><li>• Gebhardt, Ch.: Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench: Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik, Hanser Verlag</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	26.05.2025

---

## 10.23 Nachhaltige Fertigung und Nutzung von Werkstoffen

Modulnummer:	9M313															
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung															
ECTS credits:	6															
Sprache:	Deutsch															
Dauer des Moduls:	Einsemestrig															
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2															
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester															
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Philipp Schempp															
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Philipp Schempp															
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>einen Werkstoff auswählen, indem sie vorgegebene Anforderungen (z.B. Festigkeit) und Werkstoffempfehlungen miteinander vergleichen, um je nach Anwendungsfall nachhaltige Werkstoffe definieren zu können.</li> <li>den Einfluss von Werkstoffherstellung und -verarbeitung auf die Werkstoffeigenschaften wiedergeben, indem sie damit zusammenhängende Werkstoffänderungen (z.B. Versprödung) beschreiben, um Auswirkungen unterschiedlicher Verfahren auf die Nachhaltigkeit erklären zu können.</li> <li>verschiedene Verfahren zur Bauteilüberwachung erläutern, indem sie geeignete Messungen (z.B. Rissprüfung) durchführen, um später Inspektionen planen und die Lebensdauer optimieren zu können.</li> <li>unterschiedliche Arten von Werkstoffschädigung beschreiben, indem sie Auswirkungen von Fertigungs- und Einsatzbedingungen auf mögliche Schädigung abschätzen. Hierdurch können sie später Schadensanalysen durchführen und geeignete Abhilfemaßnahmen ableiten.</li> <li>Einflussfaktoren und Auswirkungen von technischen Risiken definieren, indem sie einen Unfall untersuchen, um Risikoanalysen durchführen und geeignete Maßnahmen zur Risikominimierung ableiten zu können.</li> <li>die Entsorgung von Werkstoffen erläutern, indem sie Möglichkeiten zur Abfallreduzierung (z.B. Recycling) beschreiben, um das später bereits in der Konstruktion berücksichtigen zu können.</li> </ul>															
Modulinhalte:	<p>Eigenschaften und Veränderungen von Werkstoffen während der 5 Lebenszyklus-Abschnitte eines Werkstoffs (mit Fokus auf metallische Werkstoffe):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruktion (Werkstoffauswahl)</li> <li>Herstellung (z.B. Gießen)</li> <li>Verarbeitung (Umformen, Schweißen und Wärmebehandlung)</li> <li>Nutzung (Bauteilüberwachung und Werkstoffschädigung wie z.B. Korrosion)</li> <li>Entsorgung (z.B. Recycling)</li> </ul>															
Lehr- und Lernmethoden:	Vorlesung, Übungen, Präsentationen, Workshop, Praktikum, Exkursion															
Prüfungsformen:	Klausur (80%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (20%)															
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vorlesung mit integrierten Übungen</td> <td>36 Std.</td> </tr> <tr> <td>Präsentationen</td> <td>4 Std.</td> </tr> <tr> <td>Workshop</td> <td>4 Std.</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td>6 Std.</td> </tr> <tr> <td>Exkursion</td> <td>4 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>126 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Vorlesung mit integrierten Übungen	36 Std.	Präsentationen	4 Std.	Workshop	4 Std.	Praktikum	6 Std.	Exkursion	4 Std.	Vor- und Nachbereitung	126 Std.
180 Std./6 Credits																
Vorlesung mit integrierten Übungen	36 Std.															
Präsentationen	4 Std.															
Workshop	4 Std.															
Praktikum	6 Std.															
Exkursion	4 Std.															
Vor- und Nachbereitung	126 Std.															
Präsenzzeit:	54 Std.															

Selbststudium:	126 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Fertigungstechnik und Werkstofftechnik
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• W. Bergmann und C. Leyens: Werkstofftechnik 2 - Anwendung, Hanser</li><li>• A.H. Fritz und J. Schmütz: Fertigungstechnik, Springer</li><li>• B. Ilchner und R.F. Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik, Springer</li><li>• M. Reuter: Methodik der Werkstoffauswahl, Hanser</li><li>• K.G. Schmitt-Thomas: Integrierte Schadensanalyse, Springer</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.06.2025

## 10.24 Kunststoffgerechtes nachhaltiges Produktdesign

Modulnummer:	9M314	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. Simone Lake	
Dozierende:	Prof. Dr. Simone Lake	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden definieren den Begriff „Nachhaltigkeit“ mit all seinen Dimensionen anhand von Fachliteratur und übertragen die relevanten Aspekte auf die Entwicklung von Kunststoffprodukten, um ein ganzheitliches Verständnis nachhaltiger Produktgestaltung zu erlangen. Sie unterscheiden verschiedene Methoden zur Messung von Nachhaltigkeit unter Verwendung wissenschaftlicher Kriterien und wenden diese im Rahmen einer Team-Projektaufgabe auf Praxisbeispiele an, um deren Anwendbarkeit und Grenzen zu reflektieren. Aufbauend erklären sie das Prinzip der zirkulären Wertschöpfung und bewerten anhand einer Team-Projektaufgabe Kunststoffprodukte und Baugruppen hinsichtlich ihrer Eignung für Zirkularität, um nachhaltige Produktlebenszyklen zu fördern. Darüber hinaus analysieren sie das Design von Kunststoffprodukten für verschiedene Verarbeitungsverfahren, beispielsweise Spritzgießen, in Bezug auf die Herstellbarkeit und identifizieren Optimierungspotenziale zur Steigerung der Material- und Energieeffizienz. Sie bewerten den Einfluss der Produkthanwendung, insbesondere Belastungshöhe und Anwendungsdauer, mithilfe praxisorientierter Fallanalysen und erfassen deren Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit, um diese Erkenntnisse auf die Produktentwicklung übertragen und in die Praxis umsetzen zu können.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionen der Nachhaltigkeit</li> <li>• Messung von Nachhaltigkeit</li> <li>• zirkuläre Wertschöpfung/ Kreislaufwirtschaft</li> <li>• Ressourceneffizienz</li> <li>• Fertigungsgerechtes Design</li> <li>• Bedeutung der Produkthanwendung für die Bewertung der Nachhaltigkeit</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Seminaristischer Unterricht, Projektarbeit (Gruppe) mit Meilensteinpräsentationen und Dokumentation	
Prüfungsformen:	Lernportfolio (100%)	
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits	
	Seminar	18 Std.
	Meilensteinpräsentation	6 Std.
	Projektarbeit inkl. Präsentationsvorbereitung und Dokumentation	156 Std.
Präsenzzeit:	24 Std.	
Selbststudium:	156 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse im Bereich der Fertigungstechnik Kunststoff	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scholz, Ulrich, Sven Pastoors, Joachim H. Becker, Daniela Hofmann, und Rob Van Dun. Praxishandbuch Nachhaltige Produktentwicklung: Ein Leitfaden mit Tipps zur</li> </ul>	

---

	Entwicklung und Vermarktung nachhaltiger Produkte. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2018. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-57320-4">https://doi.org/10.1007/978-3-662-57320-4</a>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhard, Gunter. Konstruieren mit Kunststoffen. 4. Auflage. München: Hanser, 2008.</li><li>• Hopmann, Christian, und Walter Michaeli. Einführung in die Kunststoffverarbeitung. 7. Aufl. s.l.: Carl Hanser Fachbuchverlag, 2015.</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.05.2025

---

## 10.25 Simulation multiphysikalischer und nachhaltiger Systeme

Modulnummer:	9M315	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester	
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Jörg Luderich (kommissarisch)	
Dozierende:	N.N.	
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden erwerben Handlungswissen zur Simulation multiphysikalischer Systeme und sind in der Lage gekoppelte, physikalisch-technische Feldprobleme zu beschreiben und numerisch zu bearbeiten/ zu lösen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• indem sie verschiedene physikalische Phänomene und ihre Wechselwirkungen wie Strukturmechanik, Thermodynamik und Elektromagnetismus (gekoppelte, physikalisch-technische Feldprobleme, ggf. ergänzt um Kontaktproblematiken) kennen.</li> <li>• indem sie ihre jeweiligen spezifischen Anforderungen verstehen, um solche komplexen Systeme und Vorgänge zu analysieren.</li> <li>• indem sie moderne Software-Tools (u.a. auf Basis der Finite-Elemente-Methode) anwenden.</li> </ul> <p>um für unterschiedliche Problemstellungen modellbasierte Lösungen zu entwickeln, die die Interaktionen zwischen unterschiedlichen physikalischen Einflüssen realistisch berücksichtigen und um die Qualität von Lösungen hinsichtlich Sinnhaftigkeit und Genauigkeit beurteilen zu können, beispielsweise auch im Vergleich zu experimentellen Untersuchungen, um die Modelle ggf. anschließend anzupassen oder zu optimieren.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichungen der zugrundeliegenden physikalischen Disziplinen</li> <li>• numerische Verfahren (FEM, FVM, ...)</li> <li>• Arten von Randbedingungen</li> <li>• räumliche und zeitliche Diskretisierung</li> <li>• stationäre und transiente Berechnung</li> <li>• ggf. Kontaktprobleme</li> <li>• multiphysikalische und domänenübergreifende Modellbildung von maschinenbaulichen Systemen.</li> <li>• ausgewählte Anwendungen aus dem Maschinenbau, dem Fahrzeugbau, der Luftfahrt oder der Medizintechnik und deren Bearbeitung und Simulation/Lösung mit modernen Software-Tools.</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Methodenmix aus Vorlesung und seminaristischem Unterricht sowie einer Projektphase.	
Prüfungsformen:	Projektarbeit (50%) und mündlicher Beitrag (50%)	
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits Vorlesung/Seminar Projektarbeit	30 Std. 150 Std.
Präsenzzeit:	30 Std.	
Selbststudium:	150 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	

---

Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dede, E.M.; Lee, J.; Nomura, T. (2014) Multiphysics Simulation - Electromechanical System Applications and Optimization (ISBN 978-1-4471-5639-0)</li><li>• De Bona, F.; Srnc Novak, J.; Mocera, F. (2024) Modeling in Multiphysics Simulation (ISBN 978-3-7258-1086-4)</li><li>• Pryor, R.W. (2021) Multiphysics Modeling Using COMSOL 5 and MATLAB (ISBN 978-1-6839-2587-3)</li><li>• Rabczuk, T. (2019) Computational Methods of Multi-Physics Problems (ISBN 978-3-0392-1417-4)</li></ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	26.05.2025

---

## 10.26 Umwelttechnische Optimierung von Prozessen

Modulnummer:	9M316		
Art des Moduls:	Vertiefungsmodul Technologie		
ECTS credits:	6		
Sprache:	Deutsch		
Dauer des Moduls:	Einsemestrig		
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2		
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester		
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Frank Rögner		
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Frank Rögner		
Learning Outcome:	Die Studierenden können selbstständig Stoff- und Energiebilanzen von technischen (Teil)Systemen erstellen, mit denen sich umwelttechnische Optimierungen ableiten lassen. Sie nutzen dabei Grundlagen der Energietechnik sowie verfahrenstechnischer Trennprozesse. Sie sind damit in der Lage industrielle Prozesse zu analysieren, interdisziplinäre Problemstellungen zu formulieren und zu lösen sowie neuartige technische Lösungen unter Berücksichtigung von technologischer, wirtschaftlich und gesellschaftlicher Machbarkeit zu begründen.		
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz durch industrielle Tätigkeiten (Bereiche Ressourcenverknappung, Wasserverschmutzung, Klimawandel), holistische Betrachtung</li> <li>• gesetzlicher Hintergrund: Gesetzgebung zu Boden, Wasser, Luft; einschlägige BVTs der EU, end-of-the-pipe-Lösung vs. Integrierte Produktpolitik</li> <li>• Energie: Energierückgewinnung: Brüdenverdichtung, Pumpen- und Kompressorsysteme, Pinchpoint-Analyse; Energiegewinnung aus anaerober Fermentation; Effizienz- und Wirkungsgrad-Betrachtungen; Großwärmepumpen in der Industrie</li> <li>• stoffliche Optimierung: Abfall- und Wassermanagement, Verfahren zur Stofftrennung (Extraktion, Filtration, Elektrolyse,)</li> <li>• Beispiele aus der Praxis: Metallrückgewinnung aus flüssigen und festen Abfällen, Dekarbonisierung am Beispiel der Stahlindustrie, Kunststoffrecycling, Water-Energy-Nexus</li> </ul>		
Lehr- und Lernmethoden:	Seminar: Einführung durch Dozenten, Übungen, detaillierte Beschreibung einschließlich Rechenbeispielen durch Studierende		
Prüfungsformen:	Projektarbeit (70%) und mündlicher Beitrag (Präsentation) (30%)		
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits		
	Seminar	30 Std.	
	Übung	30 Std.	
	Vor- und Nachbereitung	120 Std.	
Präsenzzeit:	60 Std.		
Selbststudium:	120 Std.		
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
Zwingende Voraussetzungen:	Keine		
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Christen (2010): Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik, Berlin: Springer</li> <li>• Perry, R.H.Green, D.W. (2019): Perry's Chemical Engineer's Handbook, McGraw-Hill</li> <li>• McCabe, W.L., Smith, J.C., Harriott, P. (1993): Unit Operations of Chemical Engineering</li> </ul>		

---

Verwendung des Moduls in  
weiteren Studiengängen:

Keine

---

Besonderheiten:

Keine

---

Letzte Aktualisierung:

29.05.2025

---

## 10.27 Rapid Prototyping und additive Fertigung

Modulnummer:	9M108
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Nicolas Pyschny
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Nicolas Pyschny, Sebastian Trampnau
Learning Outcome:	<p>Die Teilnehmer sollen in der Veranstaltung erlernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>den Einsatz von Rapid Prototyping (RP) Technologien in verschiedenen Phasen des Produktentwicklungsprozesses (PEP) zu analysieren, zu bewerten und zu planen,</li> </ul> <p>indem sie,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>den Nutzen additiver Fertigung im PEP aus verschiedenen Perspektiven (Geschwindigkeit, Gestaltungsmöglichkeiten, Werkstoffspektrum, Wirtschaftlichkeit etc.) beurteilen</li> <li>geeignete RP-Technologien für neue Einsatzzwecke auswählen</li> <li>die Prozesskette von der Konstruktion in die Fertigung und das Vorgehen in der Fertigung (Vorbereitung, additive Fertigung, Nachbearbeitung) analysieren und gestalten</li> </ul> <p>um in der Lage zu sein,</p> <p>technologische Entwicklungen ein zu ordnen und zu bewerten additive Fertigungstechnologien gewinnbringend einzusetzen</p>
Modulinhalte:	<p>Die additiven Fertigungsverfahren werden zur Herstellung von Produkten auf Basis von digitalen 3D-Konstruktionsdaten eingesetzt. Im Gegensatz zu konventionellen Verfahren wird die Endgeometrie nicht durch Abtragen von Material erreicht, sondern durch schichtweises Auftragen von Material. Ursprünglich wurde die additive Fertigung zur Herstellung von Prototypen eingesetzt (Rapid Prototyping), heute sind die Eigenschaften additiv gefertigter Produkte ausreichend, um darüber hinaus Werkzeuge (Rapid Tooling) und fertige Produkte (Rapid Manufacturing) herzustellen.</p> <p>Die technologische Entwicklung ist derart schnell und der aktuelle Stand der Technik ist bereits so weit, dass additive Fertigungstechnologien in vielen Bereichen eine wertvolle Ergänzung oder auch Alternative zu klassischen Fertigungstechnologien darstellen. Vor allem im Kontext der zunehmenden Digitalisierung der Wertschöpfungsketten, werden additive Fertigungsverfahren aufgrund des Vorteils der werkzeuglosen Fertigung bei einem steigenden Bedarf an Kundenindividualisierung zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor. Die Veranstaltung vermittelt die verschiedenen Fertigungstechnologien und Prozessketten des Additive Manufacturing. Sie zeigt mögliche Einsatzgebiete auf und behandelt Vor- und Nachteile, Werkstoffspektren sowie die Anforderungen an die Bauteilgestaltung bei den einzelnen Verfahren.</p> <p>Anhand von praktischen Aufgaben lernen die Studierenden zunächst den 3DDatenfluss, die relevanten Datenmodelle und zugehörige Softwarewerkzeuge im Rapid Prototyping kennen. Im zweiten Schritt befassen sie sich mit der Erstellung von digitalen Modellen aus realen Objekten und der Nachbearbeitung von 3D-gedruckten Bauteilen. Zum Abschluss werden die Potenziale additiver Fertigungstechnologien anhand von Fallbeispielen aus Kunst/Design, Forschung und Industrie untersucht.</p>
Lehr- und Lernmethoden:	Vorlesung mit Folien, Videos, praktische Einzel- und Kleingruppenübungen am PC und im Labor, seminaristische Unterrichtsanteile

Prüfungsformen:	Klausur (50%) und Projektarbeit (50%)
Workload (30 Std. $\triangleq$ 1 ECTS credit):	180 Std./6 Credits Vorlesung 30 Std. Übung 30 Std. Vor- und Nachbereitung 120 Std.
Präsenzzeit:	60 Std.
Selbststudium:	120 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
Zwingende Voraussetzungen:	Keine
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebhardt, A. (2016): Additive Fertigungsverfahren</li> <li>• Rother, H. (2017): 3D-Drucken ... und dann?</li> </ul>
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Wirtschaftsingenieurwesen, Master Produktentwicklung und Prozessdesign
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

## 10.28 Schadensanalyse

Modulnummer:	9M109	
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung	
ECTS credits:	6	
Sprache:	Deutsch	
Dauer des Moduls:	Einsemestrig	
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2	
Häufigkeit des Angebots:	Wintersemester	
Modulverantwortliche*:	Prof. Dr.-Ing. Danka Katrakova-Krüger	
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Danka Katrakova-Krüger	
Learning Outcome:	<p>Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden die Ursachen für das Versagen eines Bauteils und die dabei ablaufenden Mechanismen erkennen und erläutern, indem sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur studieren und zusammenfassen</li> <li>• experimentell Zusammenhänge untersuchen</li> <li>• Die Ergebnisse dokumentieren und zusammenfassen und die Essenz ihrer Arbeit präsentieren.</li> </ul> <p>Der Zusammenhang von Konstruktion, Werkstoffauswahl, Fertigungsprozessen sowie Betriebsbedingungen zur Verhütung weiterer Schadensfälle wird hergestellt. Die Projektarbeit hat den Charakter einer „kleinen“ Masterarbeit und kann somit als Vorbereitung auf diese dienen.</p>	
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensweise bei der Bearbeitung eines Schadensfalls.</li> <li>• Aufgaben und Ziele der Schadensanalyse</li> <li>• Vorgehensweise – Schadensaufnahme - Beweissicherung</li> <li>• Durchführung einer Schadensanalyse</li> <li>• Einsatz von Machine Learning und allgemein KI in der Mikrostruktur-Analyse.</li> </ul>	
Lehr- und Lernmethoden:	Seminar und Laborprojekt	
Prüfungsformen:	Klausur (30%) und Projektarbeit (70%)	
Workload (30 Std. $\approx$ 1 ECTS credit):	Seminar	90 Std.
	Projektarbeit	90 Std.
Präsenzzeit:	90 Std.	
Selbststudium:	90 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Vorkenntnisse Werkstoffkunde, tiefgehendes fachliches Interesse, Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit anderen Studierenden	
Zwingende Voraussetzungen:	Aktuelle Sicherheitseinweisung	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lange, Pohl – Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle, Wiley-VCH 2014</li> <li>• Schadensanalyse – Grundlagen und Durchführung einer Schadensanalyse VDI 3822</li> <li>• Eine eigene projektspezifische Literaturrecherche und Auswertung ist Bestandteil des Moduls.</li> </ul>	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Wirtschaftsingenieurwesen	
Besonderheiten:	Die Lehrveranstaltung ist auf max. 20 Teilnehmer begrenzt.	

---

Alle relevanten organisatorischen Hinweise für das jeweilige Semester werden in der ersten Vorlesung mitgeteilt.  
Während des Semesters werden weitere relevante Informationen im entsprechenden ILU-Ordner veröffentlicht.

---

Letzte Aktualisierung: 05.07.2025

---

## 10.29 Kunststoffe und Verbundwerkstoffe

Modulnummer:	9M317									
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung									
ECTS credits:	6									
Sprache:	Deutsch									
Dauer des Moduls:	Einsemestrig									
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2									
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester									
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Martin Bonnet									
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Martin Bonnet									
Learning Outcome:	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Zusammenhänge von strukturellem Aufbau und Verarbeitung von Kunststoffen und polymeren Verbundwerkstoffen mit den daraus resultierendem Eigenschaftsprofil formulieren, um ausgehend von einem konkreten Anwendungsfall die richtige Werkstoff-Auswahl treffen zu können.</li> <li>• den Anwendungen der verschiedenen Kunststoffe die entsprechenden Verarbeitungsmethoden zuordnen, um die sich aus dem gewählten Verarbeitungsverfahren ergebenden Bauteileigenschaften zu beurteilen können.</li> </ul>									
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften von Kunststoffen (Die Einzelkette, Klassifikation, der amorphe Zustand, der kristalline Zustand, Struktur und Eigenschaften)</li> <li>• Polymere Verbundwerkstoffe (Motivation, polymere Matrix, Grenzfläche Verstärkungsadditiv/Matrix, Vor- und Nachteile von Verbundwerkstoffen, Gefüge der Verbundwerkstoffe, mechanische Eigenschaften von Faserverbunden, diskontinuierliche Faserverstärkung, Lamine, Schädigungen)</li> <li>• Additive (Antioxidantien, UV-Stabilisatoren, Gleitmittel, Antistatika, Flammschutzmittel)</li> <li>• Verarbeitungsmethoden (Pressformen, Spritzgießen, Extrudieren, Verarbeitung faserverstärkter Kunststoffe, Vakuum-Tiefziehen, Biegeumformen, Schweißen, Kleben))</li> <li>• Werkstoffauswahl – Kunststoffe (Werkstoffdatenbanken für Kunststoffe, Beständigkeiten, Möglichkeit zur Vorauswahl)</li> </ul>									
Lehr- und Lernmethoden:	Seminaristischer Unterricht Lehrinhalte sind auch als Lehrvideos verfügbar									
Prüfungsformen:	Klausur (100%)									
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	<table border="0"> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Hausaufgabe</td> <td>26 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>126 Std.</td> </tr> </table>		180 Std./6 Credits		Seminar	28 Std.	Hausaufgabe	26 Std.	Vor- und Nachbereitung	126 Std.
180 Std./6 Credits										
Seminar	28 Std.									
Hausaufgabe	26 Std.									
Vor- und Nachbereitung	126 Std.									
Präsenzzeit:	56 Std.									
Selbststudium:	126 Std.									
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine									
Zwingende Voraussetzungen:	Keine									
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Bonnet, Kunststofftechnik, Springer Vieweg</li> </ul>									

---

Verwendung des Moduls in  
weiteren Studiengängen:

Keine

---

Besonderheiten:

Keine

---

Letzte Aktualisierung:

05.05.2025

---

### 10.30 Oberflächentechnologie

Modulnummer:	9M318
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung
ECTS credits:	6
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Tim Schubert
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Tim Schubert
Learning Outcome:	<p>Nach dem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau, die Funktion und die physikalisch-chemischen Grundlagen technischer Oberflächen und Schichten zu analysieren</li> <li>• Kohäsions- und Adhäsionsmechanismen im Kontext der Klebetechnik und von Mehrschichtsystemen zu bewerten</li> <li>• oberflächengezielt zu modifizieren und funktionelle Schichten (z. B. leitfähig, selbstreinigend, adaptiv) hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Anwendungsfelder zu beurteilen und zu gestalten</li> <li>• die Auswahl und Anwendung geeigneter Applikations- und Beschichtungstechnologien situationsgerecht zu begründen und ggf. sinnvoll zu kombinieren</li> <li>• Schutzfunktionen von Beschichtungen gegenüber Korrosion, Abrasion oder mechanischem Verschleiß zu verstehen und zu konzipieren</li> <li>• Methoden der Vor- und Nachbehandlung (z. B. Polieren, Entfetten, Beizen, Sandstrahlen) zielgerichtet einzusetzen</li> <li>• nachhaltige Aspekte wie Ressourcenschonung, Rezyklierbarkeit und Substitution im Kontext „Beschichtung statt Bulk“ kritisch zu reflektieren</li> <li>• interdisziplinär zwischen Werkstofftechnik, Verfahrenstechnik und Funktionalisierung zu denken und zu handeln.</li> </ul>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Oberflächenphysik und -chemie</li> <li>• Struktur und Funktion von technischen Schichten</li> <li>• Vorbehandlung und Oberflächenvorbereitung: Polieren vs. Aufrauen, Elektropolieren, Beizen, Sandstrahlen, Entfetten, Passivieren</li> <li>• Oberflächenhärten: Gasnitrieren und Aufkohlen, Phosphatieren, Chromatieren</li> <li>• Schutzschichten: Korrosionsschutz, Abrasionsbeständigkeit, Härteoptimierung; Lebensdauer- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen hierzu</li> <li>• Mehrschichtsysteme: Aufbau, Haftung, Grenzflächenphänomene</li> <li>• Klebetechniken: Theorie und Praxis der Kohäsion und Adhäsion</li> <li>• funktionelle Beschichtungen: elektrisch leitfähig, hydrophob, selbstreinigend, thermoresponsiv etc.</li> <li>• Beschichtungs-, Applikationstechnologien und ihre industrielle Umsetzung: Raket, Druckverfahren, Spritz- und Gießtechniken, Galvanisieren, Plattieren, Elektrolytisches Einfärben, PVD und CVD, Coil Coating</li> <li>• Nachhaltigkeit in der Oberflächentechnik: Ressourcenschonung, Recyclingfähigkeit, „Thin instead of thick“</li> </ul>
Lehr- und Lernmethoden:	Seminar: Einführung und Impulse durch Dozenten, Erarbeiten neuer Inhalte – eigenständig und in der Gruppe; Arbeit mit Fachtexten, gemeinsame Ergebnisdiskussion
Prüfungsformen:	Mündliche Prüfung (100%)
Workload	180 Std./6 Credits

(30 Std. $\cong$ 1 ECTS credit):	Seminar	30 Std.
	Gruppenarbeit	30 Std.
	Vor- und Nachbereitung	120 Std.
Präsenzzeit:	60 Std.	
Selbststudium:	120 Std.	
Empfohlene Voraussetzungen:	Keine	
Zwingende Voraussetzungen:	Keine	
Empfohlene Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Brock et al., Lehrbuch der Lacktechnologie, De Gruyter E-Books (2017)</li> <li>• H. Hofmann, J. Spindler: Verfahren in der Beschichtungs- und Oberflächentechnik, Hanser Verlag (2020)</li> <li>• Dheerendra Kumar Dwivedi: Surface Engineering: Enhancing Life of Tribological Components, Springer India (2018)</li> </ul>	
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine	
Besonderheiten:	Keine	
Letzte Aktualisierung:	29.05.2025	

### 10.31 Werkstofftechnik in der Praxis

Modulnummer:	9M110						
Art des Moduls:	Schwerpunktmodul Produktentwicklung						
ECTS credits:	6						
Sprache:	Deutsch						
Dauer des Moduls:	Einsemestrig						
Empfohlenes Studiensemester:	M1 oder M2						
Häufigkeit des Angebots:	Sommersemester						
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr.-Ing. Danka Katrakova-Krüger						
Dozierende:	Prof. Dr.-Ing. Danka Katrakova-Krüger						
Learning Outcome:	<p>Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden anwendungsbezogen die Werkstoffeigenschaften von Bauteilen in Abhängigkeit von der Werkstoffzusammensetzung und vom Herstellverfahren einschätzen und beurteilen indem sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur studieren und zusammenfassen,</li> <li>• experimentell Zusammenhänge untersuchen</li> <li>• die Ergebnisse dokumentieren und zusammenfassen und die Essenz ihrer Arbeit präsentieren,</li> </ul> <p>um später eigenständig Entscheidungen bezgl. Werkstoff- und Verfahrenseinsatz unter realen Produktionsbedingungen treffen zu können. Die Projektarbeit hat den Charakter einer „kleinen“ Masterarbeit und kann somit als Vorbereitung auf diese dienen.</p>						
Modulinhalte:	<p>Der Fokus liegt auf den metallischen und den polymeren und Verbundwerkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang Werkstoffzusammensetzung – Werkstoffherstellung - Werkstoffeigenschaften – Anwendung mit Einbeziehung des Gefüges bei metallischen Werkstoffen und der Mikrostruktur bei polymeren Werkstoffen</li> <li>• Experimentelle Untersuchung dieser Zusammenhänge anhand praxisrelevanter aktueller Projektthemen</li> <li>• Vorhersage und Modellierung der Eigenschaften von Werkstoffen mit geeigneter Software</li> <li>• Automatisierung, Einsatz von Machine Learning und allgemein KI in der Werkstofftechnik</li> </ul> <p>Dokumentation und Präsentation der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der experimentellen Arbeit</p>						
Lehr- und Lernmethoden:	Seminar und Laborprojekt						
Prüfungsformen:	Klausur (30%) und Projektarbeit (70%)						
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	<table> <tr> <td>180 Std./6 Credits</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	180 Std./6 Credits		Seminar	90 Std.	Projektarbeit	90 Std.
180 Std./6 Credits							
Seminar	90 Std.						
Projektarbeit	90 Std.						
Präsenzzeit:	90 Std.						
Selbststudium:	90 Std.						
Empfohlene Voraussetzungen:	Vorkenntnisse Werkstoffkunde, tiefgehendes fachliches Interesse, Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit anderen Studierenden						
Zwingende Voraussetzungen:	Keine						

---

Empfohlene Literatur:	Eine eigene projektspezifische Literaturrecherche und Auswertung ist Bestandteil des Moduls.
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Master Wirtschaftsingenieurwesen
Besonderheiten:	Die Lehrveranstaltung ist auf max. 20 Teilnehmer begrenzt. Alle relevanten organisatorischen Hinweise für das jeweilige Semester werden in der ersten Vorlesung mitgeteilt. Während des Semesters werden weitere relevante Informationen im entsprechenden ILU-Ordner veröffentlicht.
Letzte Aktualisierung:	04.06.2025

---

### 10.32 Masterarbeit mit Kolloquium

Modulnummer:	9M319
Art des Moduls:	Pflichtmodul
ECTS credits:	30
Sprache:	Deutsch
Dauer des Moduls:	Einsemestrig
Empfohlenes Studiensemester:	M3
Häufigkeit des Angebots:	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche*r:	Prof. Dr. phil. Anja Richert
Dozierende:	Dozenten und Dozentinnen des Masterstudiengangs Maschinenbau
Learning Outcome:	Die Studierenden können innerhalb einer fest vorgegebenen Frist ein begrenztes, aber komplexes wissenschaftliches Problem selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden und Regeln durchdringen, geeignete Lösungsverfahren und -methoden auswählen, sowie diese sachgerecht anwenden, indem sie, die erarbeiteten Lösungen interpretieren und bewerten, sich fehlendes Detailwissen z.B. unter Nutzung wissenschaftlicher Literatur, selbstständig erarbeiten, sowie die erzielten Ergebnisse adäquat in schriftlicher Form dokumentieren und wissenschaftlich korrekt präsentieren und erläutern, um später auf die Probleme der in sich immer schneller verändernden technischen Anforderungen mit selbstständiger Wissenserweiterung technikhäufige Lösungsstrategien entwickeln zu können und diese hinsichtlich der Auswirkungen unter Berücksichtigung der sozialen, ökologischen und kulturellen Anforderungen zu gestalten, zu evaluieren und zu kommunizieren.
Modulinhalte:	Die Masterarbeit ist in der Regel eine eigenständige, kreative, wissenschaftliche Leistung mit einer komplexen Aufgabenstellung mit einer ausführlichen Beschreibung und Erläuterung ihrer Lösung.
Lehr- und Lernmethoden:	Projekt
Prüfungsformen:	Abschlussarbeit (§25-28 RPO) mit Kolloquium (§29 RPO)
Workload (30 Std. $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	900 Std./30 Credits Projektarbeit                      900 Std.
Präsenzzeit:	Keine
Selbststudium:	900 Std.
Empfohlene Voraussetzungen:	alle Module aus M1 und M2
Zwingende Voraussetzungen:	Gemäß Prüfungsordnung
Empfohlene Literatur:	Themenabhängige, wissenschaftliche Fachliteratur
Verwendung des Moduls in weiteren Studiengängen:	Keine
Besonderheiten:	Keine
Letzte Aktualisierung:	25.04.2025

## 11 Modulmatrix

Semester	Modul	Gesamt	Forschung und Entwicklung			Technologien/ Smart Technologies	Digitalisierung/ Digital Engineering	Leadership/ Steuerung	Global Citizenship	Internationalisierung	Interdisziplinarität	Transfer
			Forschen und Erkennen	Entwickeln und Gestalten	Vermittlung und Transfer							
1	Forschungsseminar	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	Numerische Mathematik	6		x			x					x
1	Modellbildung und Simulation	6	x	x		x	x		x		x	x
3	Masterarbeit mit Kolloquium	30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Anwendungskompetenzen</b>												
1	Digitale Fabrik	6			x		x					x
1	Digitalisierung	6			x	x	x		x			x
<b>Transformative Kompetenzen</b>												
1 o. 2	Leadership	6						x				
1 o. 2	Ethik	6	x		x			x	x			x
1 o. 2	Entrepreneurial Thinking und Acting	6		x		x		x	x			x
1 o. 2	Innovationsmanagement	6	x	x	x	x	x				x	x
1 o. 2	Studienschwerpunkt	6										
<b>Schwerpunktmodule</b>												
<i>Schwerpunkt Smart Systems und soziotechnische Systeme</i>												
2	Entwicklung intelligenter Maschinenelemente	6	x	x		x	x					x
2	CFD – Computational Fluid Dynamics	6	x	x	x	x	x			x	x	x

Semester	Modul	Gesamt	Forschen und Erkennen			Entwickeln und Gestalten			Vermittlung und Transfer			Technologien/ Smart Technologies			Digitalisierung/ Digital Engineering			Leadership/ Steuerung			Global Citizenship			Internationalisierung			Interdisziplinarität			Transfer		
2	Mensch-Maschine-Interaktion	6	x			x																										
2	Modellbasierter Entwurf mechatronischer Systeme	6	x			x						x			x																	
2	Nichtlineare Finite Elemente Anwendungen	6	x			x						x			x																	
2	Xrealities	6	x			x			x			x			x						x						x					
2	Digitales Produktionsmanagement	6							x						x			x			x						x					
2	Machine Vision	6	x			x						x			x																	
2	Machine Learning	6	x			x						x			x																	
2	Entwicklung KI gesteuerter Interaktionssysteme	6							x			x																				
2	Data Science für industrielle Anwendungen	6													x						x						x					
	<i>Schwerpunkt Produktentwicklung</i>																															
2	Data Engineering in Mechatronic Systems	6	x			x						x			x																	
2	Nachhaltige Fertigung und Nutzung von Werkstoffen	6	x			x			x			x															x					
2	Rapid Prototyping/ Additive Fertigung	6							x			x																				
2	Kunststoffgerechtes nachhaltiges Produktdesign	6	x			x			x			x															x					
2	Schadensanalyse	6	x			x			x			x									x											
2	Entwicklung intelligenter Maschinenelemente	6	x			x						x			x																	
2	Simulation multiphysikalischer und nachhaltiger Systeme	6	x			x			x			x			x						x											
2	Kunststoffe und Verbundwerkstoffe	6							x			x															x					
2	Schwingungstechnische Analyse & Maschinendynamik	6	x			x						x			x																	

Semester	Modul	Gesamt	Forschung und Entwicklung			Technologien/ Smart Technologies	Digitalisierung/ Digital Engineering	Leadership/ Steuerung	Global Citizenship	Internationali- sierung	Inter- disziplinarität	Transfer
			Forschen und Erkennen	Entwickeln und Gestalten	Vermittlung und Transfer							
2	Umwelttechnische Optimierung von Prozessen	6	x	x	x			x	x		x	x
2	Oberflächentechnologie	6	x	x		x					x	
2	Werkstofftechnik in der Praxis	6	x	x	x	x						x

Impressum:

TH Köln  
Gustav-Heinemann-Ufer 54  
50968 Köln

[www.th-koeln.de](http://www.th-koeln.de)