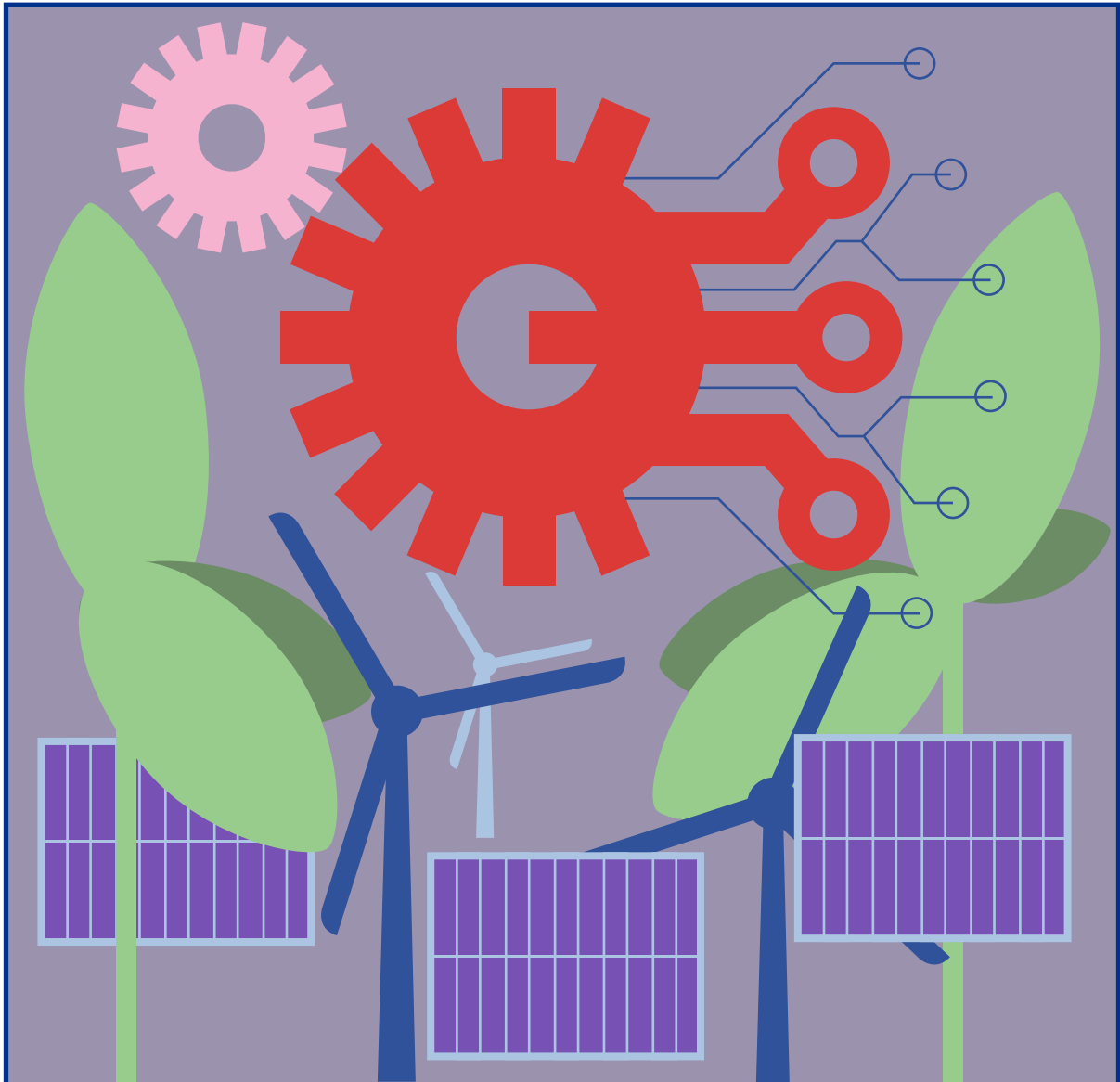


# Studienführer für den Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft Master of Science



## Modulkatalog zur PO 2024

# Modulkatalog

zur PO 2024

Studienführer für den  
Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft  
mit dem Abschluss

- Master of Science

Sommersemester 2026

---

Impressum

## Herausgeber

Fakultät für Maschinenbau der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Sachbearbeitung: Anke Tatzko, M. Sc.  
Studiensekretariat: Gabriele Schnaidt

Adresse: An der Universität 1, 30823 Garbsen  
Telefon: +49 (0)511 762-4165  
Fax: +49 (0)511 762-2763  
E-Mail: [studienberatung@maschinenbau.uni-hannover.de](mailto:studienberatung@maschinenbau.uni-hannover.de)

---

---

## Grußwort

### Liebe Studierende,

mit diesem Studienführer für den Masterstudiengang *Nachhaltige Ingenieurwissenschaft* möchten wir Ihnen ein wichtiges Hilfsmittel zur Planung und Strukturierung Ihres Studiums an die Hand geben. Der Studienführer wird zu Beginn eines jeden Semesters vom Studiendekanat der Fakultät für Maschinenbau aktualisiert und herausgegeben. Er enthält Informationen zum Aufbau des Studiums und den Modulkatalog mit Modulbeschreibungen.

Im Folgenden werden wir Ihnen zunächst den Aufbau des Studiums in der Nachhaltigen Ingenieurwissenschaft erläutern. Hierzu finden Sie Übersichten über das Curriculum im Master als auch eine Aufstellung der Kompetenzbereiche und Wahlmöglichkeiten. Die Module werden nach dem ECTS\*-Leistungspunkte-System (ECTS-LP) bewertet und bestehen aus Vorlesungen, Übungen, Projekten, Praktika, Laborarbeiten und Fachexkursionen. Zum Masterstudium gehört zudem eine Studienarbeit, mit der die im Bachelor erworbenen Qualifikationen zum wissenschaftlichen Arbeiten – als Vorbereitung auf die abschließende Masterarbeit – vertieft werden.

Im Masterstudium müssen Sie Wahlpflicht- und Wahlmodule belegen. Sie können aus vier Kompetenzbereichen Module auswählen. Daraus ergibt sich eine Vielzahl an Fächerkombinationen, die es Ihnen erlaubt, das Studium nach Ihren Interessen zu gestalten. Sollten Sie eine ausgewiesene Spezialisierung im Zeugnis erreichen wollen, so müssen Sie mind. 25 Leistungspunkte aus einem Kompetenzbereich nachweisen, wovon 20 LP aus Wahlpflichtmodulen erbracht worden sein müssen. Dies entspricht einem Umfang von 4 Wahlpflichtmodulen aus Ihrem gewählten Kompetenzbereich. Im Kompetenzbereich

Querschnitt können Sie zusätzlich Ihr Fachwissen vertiefen, eine Spezialisierung ist hier jedoch nicht möglich.

Ein gut gemeinter Rat zum Schluss: Für ein erfolgreiches Studium ist es wichtig, strukturiert vorzugehen. Setzen Sie sich daher verschiedene Meilensteine für Ihren Studienverlauf und sorgen Sie dafür, dass die für jedes Semester vorgesehene Anzahl an Leistungspunkten erworben werden. Der Modulkatalog und der Tutorien- und Laborkatalog helfen Ihnen bei der Auswahl und Terminierung Ihrer zu belegenden Module. Trainieren Sie darüber hinaus auch andere Fähigkeiten, wie beispielsweise die Beherrschung von Fremdsprachen, und arbeiten Sie an Ihren Soft Skills. Wenn Sie das umfangreiche Lehrangebot sorgfältig annehmen, erhalten Sie mit einer Ausbildung an der Leibniz Universität Hannover eine exzellente Vorbereitung auf Ihr späteres Berufsleben.

Bei Bedarf unterstützt Sie das Studiendekanat bei der Planung und Organisation Ihres Studiums. Scheuen Sie sich nicht, die Möglichkeit in Anspruch zu nehmen, bei einem Beratungsgespräch Ihre Fragen zum Studium besprechen zu können. Darüber hinaus finden Sie Unterstützung zu Studienfragen bei erfahrenen Studierenden des Fachschaftsrates oder den wissenschaftlichen Mitarbeitenden an den Instituten.

Ein spannendes und erfolgreiches Studium wünscht Ihnen

Ihr Prof. Dr.-Ing. M. Wurz

- Studiendekan -

\*European Credit Transfer System

# Inhalt

## Grußwort

### Struktur des Studiums Nachhaltige Ingenieurwissenschaft

Anmerkungen zu diesem Modulkatalog.....

Struktur des Studiums.....

Auslandsstudium.....

Prüfungen.....

Kompetenzentwicklung im Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft.....

## Master of Science

Struktur des Masterstudiums .....

Aufbau des Masterstudiums .....

Wahlpflicht- und Wahlmodule .....

Prüfungsformen .....

Module des Masterstudiums.....

## Anmerkungen zu diesem Modulkatalog

### Gültigkeit

Dieser Modulkatalog gilt für Studierende, die ab dem Wintersemester 2024/25 mit dem Studium begonnen haben. Sie studieren nach der Prüfungsordnung vom 01.10.2024 (PO 2024).

Das Studiendekanat Maschinenbau erstellt den Modulkatalog zusammen mit den Instituten und Modulverantwortlichen. Die Zuordnung von Modulen zu den entsprechenden Kompetenzbereichen des Masterstudiengangs ist verbindlich. Das heißt, Sie können nur Kurse in Ihrem Studium anrechnen lassen, die den besuchten Modulen in diesem Katalog zugeordnet wurden.

### Zusätzliche Informationen

Das Studiendekanat Maschinenbau informiert zu Beginn jedes Semesters im Rahmen der Veranstaltung „StudiStart!“ ausführlich über Aufbau und Organisation des Studiums. Die Termine für „StudiStart!“ werden auf der Fakultätshomepage unter „Studium“ → „Im Studium“ → „Erstsemesterbegrüßung und StudiStart!“, auf Instagram und über StudIP bekannt gegeben. Zudem steht Ihnen die Fachstudienberatung unter „Ansprechpersonen“ → „Kontakte und Sprechzeiten“ während der allgemeinen Sprechzeiten gerne mit Rat und Tat zur Seite.

Dieser Modulkatalog wird von einem Tutorien- und Laborkatalog ergänzt. Zusätzlich gibt die AG-Studieninformation jedes Semester ein *Semesterheft* (für den Master) für den Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft heraus, das detaillierte organisatorische Angaben für das jeweilige Studiensemester enthält. Sie erhalten die Hefte online auf der Fakultätshomepage unter „Studium“ → „Studiengänge“ → „Masterstudiengänge“ → „Nachhaltige Ingenieurwissenschaft M. Sc.“.

Die Internetseiten der Fakultät für Maschinenbau informieren nicht nur ausführlich über das Studium der Nachhaltigen Ingenieurwissenschaft und die Prüfungsordnung. Sie geben auch vielseitige Einblicke in die Aktivitäten der Fakultät.

Ein weiterer Anlaufpunkt für Hilfe im Studium sind die Saalgemeinschaften im IK-Haus (Ilse Knott-ter Meer-Haus) am Campus Maschinenbau.

## Struktur des Studiums Nachhaltige Ingenieurwissenschaft an der LUH

Die Fakultät für Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover bietet nach der Prüfungsordnung 2024 (PO 2024) einen international anerkannten Abschluss an, den *Master of Science*.

Der Studiengang besteht aus *Kompetenzbereichen*, *Modulen* und *Veranstaltungen*. Die *Kompetenzbereiche* zeigen Ihnen, in welchem fachlichen Bereich ein Modul zu verorten ist und welche weiteren Module ebenso in diesen Kompetenzbereich fallen. Sie dienen vorrangig der Orientierung. *Module* sind der wichtigste Baustein Ihres Studiums, sie fassen thematisch oder inhaltlich ähnliche und zusammengehörende Veranstaltungen zusammen. Um das Studium erfolgreich abzuschließen, müssen Sie alle *Module* bestehen. Die Lehre erfolgt in den *Veranstaltungen*, etwa Vorlesungen, Übungen, Seminaren, Laboren, Exkursionen und Tutorien.

Vorlesungen und Übungen vermitteln die theoretischen Grundlagen, welche Sie dann im Laufe des Studiums in Praktika, experimentellen Laboren und Projektarbeiten vertiefen. In Tutorien erwerben Sie Schlüsselkompetenzen.

Grundsätzlich können Sie frei entscheiden, in welcher Reihenfolge Sie die einzelnen Veranstaltungen besuchen.

## Auslandsstudium

Wir ermutigen Sie einen Teil Ihres Studiums im Ausland zu absolvieren. Das Studium bietet eine einmalige Möglichkeit, unterschiedliche Lernsysteme, Kulturen, Wissenssysteme und Menschen kennenzulernen. Genauere Angaben hierzu und dazu, wie wir Sie bei Ihrer Planung unterstützen, finden Sie unter „Studium“ → „Internationales“ auf der Fakultätshomepage. Bei weiteren Fragen stehen Ihnen die Auslandsstudienberatung der Fakultät für Maschinenbau und das Hochschulbüro für Internationales gerne zur Verfügung. Sie können auch Ihr Praktikum im Ausland ableisten. Auch hierzu beraten wir Sie gerne im Studiendekanat.

Die Fakultät heißt erfreulicherweise auch viele Studierende aus dem Ausland willkommen. Ihre wichtigsten Ansprechpartner sind das Hochschulbüro für Internationales und die Fachstudienberatung des Maschinenbaus.

## Prüfungen

Für erfolgreich bestandene Prüfungen und Studienleistungen (Tutorien, Labore, Praktika, Exkursionen, usw.) erhalten Sie Leistungspunkte gemäß ECTS (ECTS-LP), 1 ECTS-LP entspricht etwa einem Arbeitsaufwand von 30 Stunden. Die Prüfung zu einem Kurs wird in der Regel am Ende des Semesters abgelegt. Es gibt jedoch auch semesterbegleitende Prüfungsleistungen. Prüfungsleistungen sind benotet. Studienleistungen hingegen sind unbenotet, es muss jedoch an ihnen teilgenommen werden.

### An- und Abmeldung von Prüfungen

Wollen Sie an einer Prüfung teilnehmen, so müssen Sie sich im Anmeldezeitraum des Prüfungsamtes für die entsprechende Prüfung anmelden. Eine nachträgliche Anmeldung ist nur in Ausnahmefällen möglich. Sie müssen alle Prüfungen online anmelden. Falls Sie an einer Prüfungsleistung nicht teilnehmen möchten, müssen Sie sich innerhalb der für die Prüfungsform vorgesehenen Frist selbstständig ohne Angabe von Gründen im System oder gegenüber der/dem Prüfenden schriftlich abmelden. Versäumen Sie dies, wird die Prüfungsleistung zukünftig als „nicht bestanden“ bewertet. Näheres hierzu wird in § 13 und § 15 der ab dem Wintersemester 2022/2023 gültigen Musterprüfungsordnung geregelt. Dieser Zeitraum ist bis auf Widerruf für alle Winter- sowie Sommersemester ab WiSe 22/23 gültig.

<b>Anmeldezeiträume für Prüfungen ab dem WiSe 2022/23</b>		
<b>Wintersemester</b>		
	Zeitraum <b><u>NUR</u></b> für VbP*	Zeitraum für alle Prüfungsformen ( <b><u>NICHT</u></b> VbP*)
<b>Anmeldezeitraum</b>	<b>15.10. - 31.10.</b>	<b>15.11. - 30.11.</b>
<b>Prüfungszeitraum</b>	<b>01.11 - 28.02.</b>	<b>15.12. - 14.04.</b>
<b>Sommersemester</b>		
	Zeitraum <b><u>NUR</u></b> für VbP*	Zeitraum für alle Prüfungen ( <b><u>NICHT</u></b> VbP*)
<b>Anmeldezeitraum</b>	<b>15.04. - 30.04.</b>	<b>15.05. - 31.05.</b>
<b>Prüfungszeitraum</b>	<b>01.05. - 31.08.</b>	<b>15.06. - 14.10.</b>

\*VbP= Vorlesungsbegleitende Prüfungen

## Nicht-Bestehen und Exmatrikulation

Das Prüfungssystem der Fakultät für Maschinenbau sieht vor, dass Ihnen jede Prüfung in jedem Semester angeboten wird, ungeachtet der Tatsache, ob bspw. ein im WS gelesenes Modul nur im WS angeboten wird. Wollen Sie an einer Prüfung teilnehmen, so müssen Sie sich im Anmeldezeitraum des Prüfungsamtes für die entsprechende Prüfung online anmelden. Das Prüfungssystem des Studiengangs unterliegt der Versuchszählung. Eine nicht bestandene Prüfungsleistung kann von Ihnen maximal zweimal wiederholt werden. Bestandene Prüfungsleistungen hingegen können nicht wiederholt werden. Die Studien- und Masterarbeit können jeweils nur einmal wiederholt werden.

Befinden Sie sich im letzten Versuch zum erfolgreichen Bestehen eines Moduls, kann die Note „nicht ausreichend“ oder bei unbenoteten Klausuren die Bewertung „nicht bestanden“ nur nach einer Ergänzungsprüfung erteilt werden (siehe hierzu § 14 Abs. 3 der Prüfungsordnung). Zu einer Ergänzungsprüfung werden Sie schriftlich durch das Prüfungsamt geladen. Studien- und Masterarbeit sind hiervon ausgenommen, hier findet keine Ergänzungsprüfung statt.

## Kompetenzentwicklung im Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft

Im Zuge des Bologna-Prozesses schuf die Hochschulrektorenkonferenz 2005 einen Qualifikationsrahmen, der ein System vergleichbarer Studienabschlüsse etablieren soll. Er erstellt spezifische Profile, die den Vergleich vermittelter und erlernter Kompetenzen erleichtert. Damit soll der Fokus vom Input (Studieninhalte, Zulassungskriterien, Studienlänge) zu Outcomes (Lernergebnissen, erworbenen Kompetenzen und Fertigkeiten) verschoben werden.

Die Kompetenzprofile, die in den Kurs- und Modulkataloge abgebildet werden, zeigen was die Studierenden in der Lehrveranstaltung erwartet und welche Kompetenzen und Fähigkeiten sie sich in dieser Veranstaltung aneignen können.

Das Kompetenzprofil ist eingeteilt in fünf Kompetenzbereiche, wiederum unterteilt in vier bis fünf Kernkompetenzen. Diese Kompetenzen wurden in einer umfangreichen Erhebung von den Dozenten für ihre Veranstaltungen prozentual bewertet.

### Legende der Kompetenzprofile:

A Fachwissen	B Forschungs- und Problemlösungskompetenz	C Planerische Kompetenz	D Beurteilungs-Kompetenz	E Selbst- und Sozialkompetenz
-----------------	--	----------------------------	-----------------------------	----------------------------------

## Modulkatalog, Studienführer der Fakultät für Maschinenbau Master of Science

Der Masterstudiengang ist ein Vertiefungsstudium, er setzt also einen ersten wissenschaftlichen Abschluss im Bachelor Nachhaltige Ingenieurwissenschaft oder einer vergleichbaren Fachrichtung voraus. Die Regelstudienzeit des Masters beträgt 4 Semester und umfasst 120 ECTS-LP.

### Hauptstudium

Sie können im Master wesentlich freier studieren als im Bachelor, es gibt lediglich vier verpflichtende Veranstaltungen.

### Vertiefungsstudium

Das Vertiefungsstudium bildet den größten Block des Masterstudiums. Ihre Wahl bestimmt den Schwerpunkt Ihres Studiums. Die Wahlpflicht- und Wahlmodule sind jeweils einem der vier Kompetenzbereiche „Nachhaltige Produktion“, „Nachhaltige Energiesysteme“, „Nachhaltige Systementwicklung“ und „Querschnitt“ zugeordnet. Dies soll es Ihnen erleichtern, zueinander passende Module zu finden.

Sie können aus diesen vier Kompetenzbereichen wählen, wobei 25 LP auf Wahlpflichtmodule und 10 LP auf Wahlmodule bzw. noch weitere 15 LP (Fachpraktikum im Bachelor absolviert) auf Wahlpflicht- und Wahlmodule entfallen. Die Module sind jeweils frei kombinierbar. Wenn Sie jedoch eine Spezialisierung auf dem Zeugnis ausgewiesen haben möchten, müssen Sie mind. 25 LP aus einer der drei Kompetenzbereiche „Nachhaltige Produktion“, „Nachhaltige Energiesysteme“ oder „Nachhaltige Systementwicklung“ studieren. Hier von müssen mind. 20 LP aus Wahlpflichtmodulen erbracht werden. Eine Vertiefung im Kompetenzbereich „Querschnitt“ ist nicht möglich. Wahlmodule sind generell auch durch Wahlpflichtmodule ersetzbar – dies gilt jedoch nicht andersherum.

### Schlüsselkompetenzen

Im Kompetenzbereich Schlüsselkompetenzen bauen Sie die Bachelor-Kenntnisse im wissenschaftlichen Arbeiten, dem Bezug von Wissenschaft zur Praxis und Techniken für die Zusammenarbeit aus. Die Masterlabore vermitteln praktische Kenntnisse in wissenschaftlichen Versuchen, dazu gehören das wissenschaftliche Arbeiten sowie Aufbau, Protokollierung und Auswertung eines Versuchs. An den drei Exkursionstagen besuchen Sie Forschungseinrichtungen, Unternehmen oder Fachmessen, um einen Einblick in die Arbeitsweise und praktische Tätigkeit eines Ingenieurs zu erhalten. Des Weiteren haben Sie die Möglichkeit im Rahmen des Studium Generale, ein zusätzliches Modul aus dem gesamten Lehrveranstaltungsangebot der Leibniz Universität Hannover zu wählen und so Ihren Horizont zu erweitern.

## Masterarbeit

Abschließend zeigen Sie anhand Ihrer Masterarbeit, dass Sie die Inhalte der anderen Kompetenzbereiche anwenden und sinnvoll miteinander verbinden können. Eine Masterarbeit entspricht vom grundsätzlichen Aufbau einer Bachelorarbeit, umfasst aber ein deutlich größeres Thema und erfordert eine stärkere Spezialisierung.

**Literaturrecherche:** Zunächst ermitteln Sie den derzeitigen Stand der Forschung und Technik.

**Projekt:** Aufbauend auf dem Stand der Technik führen Sie selbständig ein Projekt durch. Je nach Art der Arbeit gehören dazu beispielsweise Konstruktionsaufgaben, Planungen, Versuche oder Konzepte. Der genaue Inhalt des Projekts hängt von der spezifischen Aufgabe ab und unterscheidet sich daher von Arbeit zu Arbeit.

**Dokumentation:** Nach Abschluss des Projekts dokumentieren Sie den Ablauf sowie die Resultate schriftlich und deuten sie auf wissenschaftlicher Basis.

**Vortrag:** Zum Abschluss tragen Sie Ihre Ergebnisse vor und stellen sich dabei den Fragen Ihrer Prüfer und interessierter Kommilitonen.

Sowohl die Institute der Fakultät für Maschinenbau als auch die übergreifenden Zentren („LZH“) und assoziierten Einrichtungen (HOT, IPH) bieten Masterarbeiten an. Die Masterarbeit kann auch an der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik oder der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie geschrieben werden. Falls Ihnen keine der ausgeschriebenen Arbeiten zusagt, können Sie sich auch direkt an die wissenschaftlichen Mitarbeiter eines Instituts wenden und nach weiteren möglichen Themen fragen.

**Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft (M. Sc.)  
Prüfungsordnung 2024**

LP	1./2. Semester	1./2. Semester	3. Semester	4. Semester
1	Qualitäts- und Umweltmanagement (5 LP)	Data and AI-Driven Methods in Engineering (5 LP)	Studienarbeit (10 LP)	Masterarbeit (30 LP)
2				
3				
4				
5				
6	Einführung in das Klimaschutzrecht (5 LP)	Sustainability Assesment in Practice (5 LP)		
7				
8				
9				
10				
11	Wahlpflichtmodul (5 LP)	Wahlpflichtmodul (5 LP)	Präsentation der SA (1 LP)	
12			Fachexkursion (1 LP)	
13			Tutorien (3 LP)	
14				
15				
16	Wahlpflichtmodul (5 LP)	Tutorien oder Studium Generale (5 LP)	Berufsqualifizierung (15 LP)  bestehend aus: Fachpraktikum 12 Wochen oder Wahlpflicht- oder Wahlmodule	
17				
18				
19				
20				
21	Wahlpflichtmodul (5 LP)	Wahlmodul (5 LP)		
22				
23				
24				
25				
26	Wahlpflichtmodul (5 LP)	Wahlmodul (5 LP)		
27				
28				
29				
30				
LP	30	30	30	30

Kompetenzbereiche des Masterstudiums			
Pflichtbereich	Wahlpflichtbereich	Wahlbereich	Schlüsselkompetenzen
	Studienarbeit	Masterarbeit	

## Wahlpflicht- und Wahlmodule können beliebig kombiniert werden

Achten Sie jedoch auf Ihre Spezialisierung. Sollten Sie eine anstreben, so gilt, dass Sie aus einem Kompetenzbereich mind. 25 LP erbringen müssen, von denen 20 LP aus Wahlpflichtmodulen zu leisten sind. Folgende Wahlpflicht- und Wahlmodule des jeweiligen Kompetenzbereichs stehen Ihnen während Ihres Masterstudiums als Auswahl zur Verfügung.

Liste der Wahlpflicht- und Wahlmodule			
1) Kompetenzbereich: Nachhaltige Produktion			
Wahlpflichtmodule			
Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Chemische Analyse von Kunststoffen I	5	Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe	5
Chemische Analyse von Kunststoffen II	5	Chemische Analyse von Kunststoffen I	5
Fabrikplanung	5	Chemische Analyse von Kunststoffen II	5
Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion	5	Laserbasierte Additive Fertigung	5
Mikro- und Nanotechnologie	5	Nachhaltige Wertschöpfungsketten in der Umformtechnik	5
Nachhaltige Produktion: Automatisierung und Robotik in der Anwendung	5	Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung I	5
Produktionsmanagement und -logistik	5	Roboter gestützte Montageprozesse	5
Roboter gestützte Montageprozesse	5	Spanen - Modelle, Methoden und Innovationen	5
Wahlmodule			
Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Anlagenmanagement	5	Artificial Intelligence for Production Engineering	5
Artificial Intelligence for Production Engineering	5	Frugal Engineering	5
Entwicklungsmethodik für Additive Fertigung	5	Lean Production	5
Gießereitechnik	5	Logistische Modelle der Lieferkette	5
Handhabungs- und Montagetechnik	5	Materialermüdung	5
Korrosion	4	Nachhaltige Produktion	5
Nichteisenmetallurgie	4	Nachhaltige Stahlwerkstoffe	5
Oberflächentechnik	4	Spanende Werkzeugmaschinen	5
Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung	5	Tailored Forming - Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile	5

Liste der Wahlpflicht- und Wahlmodule

2) Kompetenzbereich: Nachhaltige Energiesysteme

Wahlpflichtmodule			
Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility	5	Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse	5
Elektrische Energiespeichersysteme	5	Energiewende, erneuerbare Energien und smarte Stromnetze	5
Experimental Thermodynamics	5	Experimental Thermodynamics	5
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme	5	Nachhaltige Verbrennungstechnik	5
Life Cycle Assessment (Ökobilanz)	6	Nutzung von Solarenergie	5
Planung und Errichtung von Windparks	6	Technoökonomische Analyse von Wasserstoffenergiesystemen	5
Nutzung von Solarenergie	5	Verbrennungsmotoren II - Zukünftige Konzepte	5
Sustainable Combustion	5	Wärmepumpen und Kälteanlagen	5
		Wind Energy Technology I	6
Wahlmodule			
Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Aspekte der Energiewende für Nachhaltige Ingenieurwissenschaft	5	Advanced and Applied Heat Transfer	5
Computergestützter Windpark-Entwurf mit WindPRO	6	Batteriespeichersysteme	5
Elektrische Klein- Servo und Fahrzeugantriebe	5	Dampfturbinen für heutige und zukünftige Energiesysteme	4
Erneuerbare Energien	5	Internal flows	5
Optimierung technischer Systeme	5	OpenFOAM for Combustion Simulations	5
Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung	5	Physik der Solarzelle	5
Rotoraerodynamik	5	Projektierung von Bioenergieanlagen	6
Smart Buildings	5	Rotorblatt-Entwurf für Windenergieanlagen	6
Triebstränge in Windenergieanlagen	5	Thermodynamik chemischer Prozesse	4
Verdrängermaschinen für kompressible Medien	5	Thermodynamik II	5
Wind Energy Technology II	6	Turboaufladung für nachhaltige Fahrzeugantriebe	5
Wirkungsweise und Technologie von Silizium-Solarzellen	5	Wasserkraftgeneratoren	5
		WindLAB: Hands on Wind Energy	6

Liste der Wahlpflicht- und Wahlmodule

**3) Kompetenzbereich: Nachhaltige Systementwicklung**

**Wahlpflichtmodule**

Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Entwicklungsmethodik - Produktentwicklung I	5	Finite Elemente Methoden Anwendungen	5
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme	5	Green Tribology	5
Grundlagen der Mensch-Computer- Interaktion	5	Industrielle Mess- und Qualitätstechnik	5
Innovationsmanagement - Produktentwicklung III	5	Machine Learning for Dynamical Systems	5
Mechatronische Systeme	5	Materialcharakterisierung und Simulation zur nachhaltigen Prozessentwicklung	5
Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion	5	Renewable Energy Systems Planning	5
Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme	5		
Ressourceneffiziente Konstruktionselemente	5		

**Wahlmodule**

Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Aktuelle Satellitenemissionen	5	Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe	4
Computergestützte Strukturoptimierung	5	Faserverbund Leichtbaustrukturen II	6
Data-driven parameter and model identification	5	Grundlagen der Werkstofftechnik	5
Entwicklungsmethodik für Additive Fertigung	5	International Sustainable Product Development Project (ISPDP)	5
Faserverbund Leichtbaustrukturen I	6	Konstruktionswerkstoffe	5
GIS and Remote Sensing	5	Kreislauftechnik	5
Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung	5	Management von interdisziplinären Entwicklungsprojekten	5
International Sustainable Product Development Project (ISPDP)	5	Regelungstechnik II (ET)	5
KPE-Kooperatives Produktengineering	10	Smart Testing – Innovative und nachhaltige Erprobung dynamischer Systeme	5
Messtechnik	5	System Engineering- Produktentwicklung II	5
Nachhaltiges Produktdesign – Entwicklung nachhaltiger Produkte und studentisches Designprojekt	5		
Regelungstechnik II	5		
Robotik I	5		
Sustainable Software Solutions	5		

Liste der Wahlpflicht- und Wahlmodule

4) Kompetenzbereich: Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft

Wahlpflichtmodule

Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
Introduction to Optical Technologies	5	Introduction to Computational Optics	5
Technik- Ethik- Digitalisierung - Verantwortungsvolles Handeln in den Ingenieurwissenschaften	5	Introduction to Optical Technologies	5
		Klimatologie	5
		Technik- Ethik- Digitalisierung - Verantwortungsvolles Handeln in den Ingenieurwissenschaften	5

Wahlmodule

Wintersemester	ECTS	Sommersemester	ECTS
KPE-Kooperatives Produktengineering	10	Gründungspraxis für Technologie Start-ups	5
Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung II	5		
RobotChallenge	5		

Prüfungsformen	
<b>K</b>	Klausur
<b>KA</b>	Klausur mit Antwortwahlverfahren
<b>MP</b>	Mündliche Prüfung
<b>BA</b>	Bachelorarbeit
<b>MA</b>	Masterarbeit
<b>ST</b>	Studienarbeit
<b>HA</b>	Hausarbeit
<b>PB</b>	Praktikumsbericht
<b>SL</b>	Studienleistung
<b>VbP</b>	Veranstaltungsbegleitende Prüfung

**Weitere Erklärungen finden Sie in der PO unter:**

Anlage 2 Prüfungsformen

Anlage 2.1 Definitionen zu Prüfungsformen

## Module und Veranstaltungen

Die Veranstaltungen sind nach Pflicht-, Wahlpflicht- und Wahlmodulen alphabetisch geordnet.

# Modul: Data- and AI-driven Methods in Engineering

Module: Data- and AI-driven Methods in Engineering

<b>Type of module</b>		<b>Area of competence</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Allgemeine Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>		<b>Grading scale</b>	
PL	Written exam		5	60 min		graded	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Attendance study period</b>			42 h				
<b>Self-study time</b>			108 h				
<b>Module coordinator</b>			Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel				
<b>Lecturer</b>			Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel				
<b>Institute</b>			Institut für Mechatronische Systeme				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Data- and AI-driven Methods in Engineering - Vorlesung				2	Written exam		
Data- and AI-driven Methods in Engineering - Übung				1			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				Basics in Machine Learning and Programming			
<b>Qualification goals</b>							
<p>The module teaches how to tap the potential of data- and AI-driven methods for problem solving in engineering applications and focuses in particular on how these methods can be used to design, analyze and optimize sustainable engineering systems and processes. Examples include intelligent energy management, predictive maintenance or sustainable process design, which can be achieved, for example, by the use of machine learning methods in optimization problems or complex data analysis or by using cognitive decision making and planning algorithms.</p> <p>After successfully completing the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and tap the potential of data- and AI-driven methods in engineering applications and to apply them in relevant use cases,</li> <li>• choose the right method for a given problem and to make application-specific adjustments while taking reliability, explainability and other relevant qualities into account,</li> <li>• understand the roles of prior knowledge and data, and to leverage that understanding to obtain well-performing data- and AI-driven solutions.</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<p>Specifically, the following concepts and methods are taught and discussed in the context of engineering applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview and Classification of Problems and Methods <ul style="list-style-type: none"> <li>• Summary of Fundamental Machine Learning and AI Methods and Concepts</li> <li>• Overview of Sustainable Engineering Applications and Use Cases</li> </ul> </li> <li>• Important Overarching Concepts <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sim-to-real-Gap, Transfer Learning, Domain Adaptation</li> <li>• Hybrid Methods and Physics-informed Machine Learning</li> <li>• Semi-Supervised Learning, Active Learning, Incremental Learning, Online-Learning</li> </ul> </li> <li>• Explainability, Safety, Security, Reliability, Resilience</li> <li>• Data- and AI-driven Methods in Simulation and Optimization</li> </ul>							

## Modul: Data- and AI-driven Methods in Engineering

Module: Data- and AI-driven Methods in Engineering

- Machine Learning Methods for Complex Optimization
- Surrogate Models in Simulation and Model Order Reduction
- Kriging and Gaussian Processes for Engineering Applications
- Data- and AI-driven Methods in Data Analysis and Decision Making
- Data Mining in Engineering Applications
  - Predictive Maintenance, data-driven Digital Twins
  - AI-driven Decision Making, Planning, Expert Systems
- Data- and AI-driven Methods for Physical Interaction
  - Bayesian Methods for Sensor/Information Fusion
  - Learning and Control in Dynamical Systems
- Collective Learning and Swarm Intelligence

### Special features

The main programming exercises (90 min each) take place bi-weekly. In the remaining time slots (weeks without main programming exercise), optional formats to support teaching are offered (e.g., programming office hours, journal club).

### Literature

S. L. Brunton and J. N. Kutz, Data-Driven Science and Engineering. Cambridge University Press, 2019. E. Alpaydin, Maschinelles Lernen, 3rd ed. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg, 2022. J. R. R. A. Martins and A. Ning, Engineering Design Optimization. Cambridge University Press, 2022.

### Applicability in other degree programs

AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Nanotechnologie M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Einführung in das Klimaschutzrecht

Module: Introduction to Climate Protection Law

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Allgemeine Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		28 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		122 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Privatdozent Dr. jur. habil. Dimitrios Parashu					
<b>Dozent-in</b>		Privatdozent Dr. jur. habil. Dimitrios Parashu					
<b>Institut</b>		Studiendekanat Maschinenbau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Einführung in das Klimaschutzrecht - Vorlesung				2	Klausur		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Einführung in das Umweltrecht			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, über für ihr praktisches Studium wichtige Basiskenntnisse des Klimaschutzrechts zu verfügen wie auch einschlägig wichtige Akteure zu benennen.							
<b>Inhalte</b>							
Das Modul bietet zunächst eine Einleitung in die allgemeinen Grundlagen und normativen Instrumente im noch jungen Bereich des Klimaschutzrechts im deutschen und europäischen Kontext. Sodann wird sich konkreter auf besondere klimaschutzrechtliche Vorgaben in den Sektoren der Industrie, hinsichtlich Gebäuden und Fragen des Verkehrs beschäftigt, um den Fokus der Studierenden maßgeblich zu unterstützen. Schließlich wird sich Fragen der Kreislaufwirtschaft auf deutscher und europäischer Rechtsebene gewidmet, was letztlich in zwei Semesterinhalt-Zusammenfassenden Einheiten gipfeln soll.							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
- Ennöckl (Hg.), Klimaschutzrecht, Wien 2023 - Frenz, Grundzüge des Klimaschutzrechts, 3. Aufl. Berlin 2023 - Rodi, Handbuch Klimaschutzrecht, München 2022 - Palme, Klimaschutzrecht für Wirtschaft und Kommunen, Heidelberg 2021							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;							

**Modul: Fachexkursion**

Module: Excursion

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Schlüsselkompetenzen</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	1	<b>Zulassung WiSe:</b>	. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
SL	Studienleistung		1	Exkursion			unbenotet
<b>Workload</b>		30 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		0 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		30 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>							
<b>Institut</b>		Institut für Mikroproduktionstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
					Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden erhalten Einblicke in die Abläufe bei Unternehmen oder können sich über Fachthemen auf Messen informieren.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im dem Modul „Fachexkursionen“ sollen Sie Einblicke in unterschiedliche Bereiche von Unternehmen erhalten, fachlich relevante Messen besuchen oder an Exkursionen teilnehmen, die von den Instituten der Fakultät für Maschinenbau organisiert werden.</p> <p>Insgesamt müssen Studierende in diesem Modul drei Exkursionstage nachweisen. Hierfür erhalten Sie im Masterstudium einen Leistungspunkt.</p>							

**Modul: Fachexkursion****Module:** Excursion

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Masterarbeit

Module: Master Thesis

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Masterarbeit</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	30	<b>Zulassung WiSe:</b>	4. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	4. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Masterarbeit		29	50-60 Seiten (ohne Literatur)			benotet
SL	Präsentation		1	20 min			unbenotet
<b>Workload</b>		900 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		0 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		900 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>		Dozenten der Fakultät für Maschinenbau					
<b>Institut</b>		Diverse Institute der Fakultät für Maschinenbau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
					Masterarbeit Präsentation		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>			<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>				
mind. 60 LP + Studienarbeit + 12 Wochen Fachpraktikum			keine				
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul dient der Erstellung der Masterarbeit.							
Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind Studierende in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein wissenschaftliches Projekt selbständig zu planen und in einem begrenzten Zeitraum durchzuführen,</li> <li>• eine wissenschaftliche Problemstellung aus einer Fachrichtung des Maschinenbaus mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten,</li> <li>• Ergebnisse theoretisch einzuordnen und zu beurteilen,</li> <li>• Ergebnisse nach fachwissenschaftlichen Standards in schriftlicher Form darzustellen und einem Fachpublikum zu präsentieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Fragestellungen aus den Ingenieurwissenschaftlichen Schwerpunktbereichen.							
<b>Besonderheiten</b>							
Um eine Masterarbeit anmelden zu können, werden ein/eine Erstprüfer/in der Fakultät für Maschinenbau und ein/eien Zweitprüfer/in der Fakultät für Maschinenbau oder einer anderen Fakultät benötigt.							

**Modul: Masterarbeit****Module:** Master Thesis**Literatur**

Diverse

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Optical Technologies M.Sc.; Optische Technologien M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Qualitäts- und Umweltmanagement

Module: Quality and environmental management

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Allgemeine Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Übung			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Institut</b>		Institut für Mikroproduktionstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Qualitäts- und Umweltmanagement - Vorlesung				2	Klausur		
Qualitäts- und Umweltmanagement - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Kenntnisse und Methoden zu den Phasen des Produktentstehungsprozesses und zur Optimierung sowie Umgestaltung der einzelnen Phasen. Es werden statistische Verfahren des Qualitätsmanagements in der Produktrealisierung sowie qualitätsorientierte Managementkonzepte und betriebliche Standards und Normen vorgestellt.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Methoden im Team-, Zeit- und Qualitätsmanagement zu erklären,</li> <li>• Verfahren der Versuchsplanung und der Gestaltung von Produkten und Prozessen an Beispielen anzuwenden,</li> <li>• Nachhaltigkeitsstrategiern zu untersuchen,</li> <li>• nachhaltiges Innovations- und Risikomanagement zu erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen spielt die Qualität der Produkte eine erhebliche Rolle. Für die Gewährleistung dieser ist ein Qualitätsmanagement unabdingbar, welches heutzutage ebenfalls mit der Einhaltung von Umweltkriterien einhergeht. Die Studierenden erlernen die Grundlagen des Qualitätsmanagements, sowie geeignete Verfahren und Methoden zur Evaluierung dieser im Produktentstehungsprozess. In diesem Zusammenhang werden Methoden zur Gestaltung von Produkten und Prozessen, sowie statistische Verfahren in der Produktrealisierung anhand von Beispielen gezeigt. Des Weiteren erfolgt eine Einführung in Umweltmanagementsysteme und die Strategien zur Erhöhung der Nachhaltigkeit im Zuge des Qualitäts- und Innovationsmanagements. Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung gängiger qualitätsorientierter Managementtechniken unter Nachhaltigkeits- und Umweltaspekten.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
Walter Jakoby: Qualitätsmanagement für Ingenieure, Springer Verlag, 2022; Andreas Daum: BWL für Ingenieurstudium							

**Modul: Qualitäts- und Umweltmanagement****Module:** Quality and environmental management

und -praxis, Springer Verlag, 2018; DIN EN ISO 14001, DIN EN ISO 9000  
Gausemeier, J.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. Hanser Verlag 2009.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau B.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;  
Nanotechnologie B.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Studienarbeit

Module: Project Work

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Studienarbeit</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch	11	<b>Zulassung WiSe:</b>	3. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	3. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Studienarbeit		10	20-30 Seiten		benotet	
SL	Präsentation		1	20 min		unbenotet	
<b>Workload</b>			330 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			0 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			330 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz				
<b>Dozent-in</b>			Dozenten der Fakultät für Maschinenbau				
<b>Institut</b>			Institut für Mikroproduktionstechnik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
					Studienarbeit Präsentation		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul dient der Einübung wissenschaftlicher Arbeitstechniken.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine wissenschaftliche Fragestellung zu formulieren,</li> <li>• geeignete wissenschaftliche Methoden auszuwählen, um in Test- und Laborreihen zu wissenschaftlichen Ergebnissen zu erlangen</li> <li>• die Ergebnisse der Studienarbeit dem Betreuungspersonal zu präsentieren, darzulegen und zu hinterfragen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standards und Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens</li> <li>• Bearbeitung eines wissenschaftlichen Themas unter Betreuung eines der am Studiengang beteiligten Institute</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							

**Modul: Studienarbeit****Module:** Project Work

Abweichend vom Studiengang Maschinenbau haben die anderen Masterstudiengänge der Fakultät für Maschinenbau nachfolgende Verantwortliche Personen: Mechatronik und Robotik: Alle Institute der Fakultät für Maschinenbau und der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik sowie der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie Optische Technologien: Fakultät für Mathematik und Physik und Fakultät für Maschinenbau Biomedizintechnik: Fakultät für Maschinenbau und ausgewählte Professoren\*innen der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik

**Literatur**

keine

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Optical Technologies M.Sc.; Optische Technologien M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

**Modul: Sustainability Assessment in Practice**

Module: Sustainability Assessment in Practice

Type of module		Area of competence					
Pflicht		Allgemeine Nachhaltige Ingenieurwissenschaft					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	2. Semester	Admission SoSe:	1. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope		Grading scale	
PL	Hausarbeit		5	20 Seiten		benotet	
Workload		150 h					
Attendance study period		56 h					
Self-study time		94 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres					
Lecturer		Dr.-Ing. Sebastian Spierling Dr.- Ing. Venkateshwaran Venkatachalam					
Institute		Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Sustainability Assessment in Practice - Vorlesung				2	Hausarbeit		
Sustainability Assessment in Practice - Übung				2			
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
none				Knowledge of life cycle assessment, sustainability (e.g. modules Environmental Sustainability Assessment I and II)			
Qualification goals							
After completing the module, students will be able to define, classify and explain the concepts of LCSA, LCA, S-LCA and LCC and to evaluate products theoretically with regard to these aspects. Be able to evaluate and create sustainable business models taking into account aspects such as LCSA or Ecodesign. Products can be evaluated and optimized with regard to Ecodesign, Eco-innovation and Eco-effectiveness. Standards and norms for sustainability reporting and LCSA can be defined and categorized. LCSA, LCA, S-LCA and LCC studies can be analyzed and interpreted.							
Contents							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concept of life cycle sustainability assessment (LCSA)</li> <li>- Social life cycle assessment (S-LCA)</li> <li>- Life cycle costing (LCC)</li> <li>- Life cycle assessment (LCA) in practice</li> <li>- Introduction to sustainability reporting</li> <li>- Overview of standards and regulations</li> <li>- Case studies of sustainability reporting in industries</li> <li>- Ecodesign, Eco-innovation and eco-effectiveness in practice</li> <li>- Business models of sustainability</li> </ul>							
Special features							
Term paper as an examination. Group work is integrated into the lecture.							
Literature							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Letmathe, Peter; Roll, Christine; Balleer, Almut; Bösch, Stefan; Breuer, Wolfgang; Förster, Agnes et al. (2024): Transformation Towards Sustainability. Cham: Springer International Publishing.</li> <li>2. Sonnemann, Guido; Margni, Manuele (2015): Life Cycle Management. Dordrecht: Springer Netherlands.</li> <li>3. Muthu, Subramanian Senthilkannan (2015): Social Life Cycle Assessment. Singapore: Springer Singapore.</li> <li>4. Hauschild, Michael Z.; Rosenbaum, Ralph K.; Olsen, Stig Irving (2018): Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing.</li> <li>5. van Doorselaer, Karine; Koopmans, Rudolf J. (2021): Ecodesign. A life cycle approach for a sustainable future. Munich:</li> </ol>							

**Modul: Sustainability Assessment in Practice****Module:** Sustainability Assessment in Practice

Hanser Publishers.

6. Ceschin, Fabrizio; Gaziulusoy, İdil (2020): Design for sustainability. A multi-level framework from products to socio-technical systems. London, New York: Routledge (Routledge focus on environment and sustainability).

**Applicability in other degree programs**

## Modul: Tutorien

Module: Tutorien

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Schlüsselkompetenzen</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	3	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
<b>Workload</b>		90 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		0 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		90 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>		Diverse					
<b>Institut</b>		Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden sind in der Lage, übergreifende fachliche und überfachliche Themenkomplexe aufzuarbeiten und in einen ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhang zu stellen.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Modul Tutroien können Tutorien aus dem Tutorien und Labore Katalog der Fakultät für Maschienenbau belegt werden. Die genauen Modulbeschreibungen finden Sie in diesem Katalog.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
keine							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							

## Modul: Tutorien oder Studium Generale

Module: Tutorials or Studium Generale

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Pflicht</b>		<b>Schlüsselkompetenzen</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	3. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	3. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		0 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		150 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>		Diverse					
<b>Institut</b>		Institut für Mikroproduktionstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden sind in der Lage, übergreifende fachliche und überfachliche Themenkomplexe aufzuarbeiten und in einen ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhang zu stellen.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Modul Tutorien oder Studium Generale besteht die Möglichkeit Tutorien der Fakultät für Maschinenbau (Beschreibungen im Tutorien und Labore Katalog) zu belegen oder Module der Leibniz Universität Hannover. Bei den uniweiten Modulen erhalten Sie weitere Informationen in den Modulbeschreibungen der jeweiligen Fakultäten oder zentralen Einrichtungen (ZQS).</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							

**Modul: Tutorien oder Studium Generale****Module:** Tutorials or Studium Generale

<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Medizintechnik B.Sc.;

# Modul: Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility

Module: Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahlpflicht</b>			<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
WiSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>			<b>Grading scale</b>
PL	Oral exam		5	20 min			graded
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Attendance study period</b>			56 h				
<b>Self-study time</b>			94 h				
<b>Module coordinator</b>			Dr.-Ing. Reza Rezaei				
<b>Lecturer</b>			Dr.-Ing. Reza Rezaei				
<b>Institute</b>			Institut für Technische Verbrennung				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility - Vorlesung				2	Oral exam		
Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility - Praktikum				1			
Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility - Exkursion				1			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				Internal Combustion Engines I, Basic mechatronic knowledge of drive technology			
<b>Qualification goals</b>							
<p>The module teaches the fundamentals of the virtual development of alternative drives and the use of intelligent methods in the automotive industry for sustainable mobility in a practice-oriented manner. After successfully completing the module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* classify current trends in the automotive industry,</li> <li>* describe and differentiate between sustainable CO<sub>2</sub>-neutral drive concepts,</li> <li>* explain the characteristics of alternative drive systems at both component and overall system level,</li> <li>* explain the virtual development process in the automotive industry from hardware design to field testing</li> <li>* use common simulation tools and innovative model-based approaches to design and evaluate drive concepts,</li> <li>* optimize drive systems with the help of AI and machine learning,</li> <li>* to classify further applications such as data science, condition-based maintenance (CBM) and autonomous driving based on real industrial projects.</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<p>An overview of current trends in the automotive industry will be given. The CO<sub>2</sub>-neutral drive concepts from H<sub>2</sub>-combustion to electrification are briefly presented. The focus is on the use of novel model-based approaches including machine learning for the design and evaluation of new drive concepts based on real examples. The methodology aims to understand the system behaviour and model it using innovative methods in order to optimize it with AI or machine learning methods and then test the drive concept virtually. Other applications such as data science, condition-based maintenance (CBM), autonomous driving, etc. will be presented using real industrial examples. There will be guest lectures from the "University of Alberta (Canada) Energy Mechatronics Lab."</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of the model-based development process from concept to series production, including function development and control</li> <li>• Presentation of current simulation chain with focus on 0D/1D simulation, in particular GT-Suite incl. artificial intelligence</li> <li>• Two workshops (exercises) on using the simulation tool chain. During the lecture period, licenses such as GT-Suite,</li> </ul>							

## Modul: Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility

**Module:** Artificial intelligence in propulsion system development for sustainable mobility

<p>Simulink, etc. are provided</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical examples from real industrial projects on the use of model-based development and AI for drive system development</li> <li>• Theoretical background of modeling, design method, AI, etc.</li> <li>• Processing of a project work for the independent use of the modeling tool chain for a practice-relevant question</li> </ul>
<p><b>Special features</b></p>
<p>Participation in an excursion to IAV at the Gifhorn site (time frame: 1 day) is required. The excursion includes a visit to IAV test benches, technical presentations, insight into various products, etc., including follow-up work</p>
<p><b>Literature</b></p>
<p>none</p>
<p><b>Applicability in other degree programs</b></p>
<p>AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;</p>

## Modul: Berufsqualifizierung

Module: Professional qualification

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Schlüsselkompetenzen</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	15	<b>Zulassung WiSe:</b>	4. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	4. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
<b>Workload</b>		450 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		0 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		450 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>							
<b>Institut</b>		Institut für Mikroproduktionstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden sind in der Lage, berufliche Anforderungen mit Hilfe des bisher im Studium erworbenen Wissens zu strukturieren und ingenieurwissenschaftlich zu fassen.</p> <p>Sie erkennen und erfahren praktische Aufgabenstellungen in ihrer mehrdimensionalen Komplexität und überführen diese in theoriebezogene Prozesse und Lösungsansätze. isations- und Personalstrukturen.</p> <p>Sie erkennen die Bedeutung wissenschaftlicher Befähigungen für die Qualitäten unternehmerischen und betrieblichen Handelns unter Berücksichtigung der Zusammenarbeit in unterschiedlichen Organ</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Modul Berufsqualifizierung muss ein Fachpraktikum von 12 Wochen absolviert werden. Das Praktikum kann bereits vor Studienbeginn absolviert werden.</p> <p>Wurde ein Fachpraktikum im Umfang von 12 Wochen bereits in einem vorangegangenen Bachelorstudium erbracht und nachgewiesen, so muss dieses im Masterstudiengang durch Wahlpflicht- oder Wahlmodule im Umfang von mindestens 15 ECTS ersetzt werden.</p> <p>Die Studienleistungen und Prüfungsleistungen sind den Modulbeschreibungen des jeweiligen Moduls zu entnehmen.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
keine							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Optische Technologien M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;							

## Modul: Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe

Module: Imaging materials testing of polymeric and other materials

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>				<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>
PL	Veranstaltungsbegleitende Pruefung			5	4 Berichte zum Übungsteil		benotet
<b>Workload</b>	150 h						
<b>Präsenzstudienzeit</b>	42 h						
<b>Selbststudienzeit</b>	108 h						
<b>Modulverantwortliche-r</b>	Dr. Florian Bittner						
<b>Dozent-in</b>	Dr. Florian Bittner						
<b>Institut</b>	Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik						
<b>Fakultät</b>	Fakultät für Maschinenbau						
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe - Vorlesung				1	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		
Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe - Übung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Polymerwerkstoffe empfohlen			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt umfangreiches Grundwissen zur bildgebenden Materialprüfung in Theorie und Praxis. Den Schwerpunkt bildet die Prüfung von polymeren Werkstoffen, weitere Werkstoffe werden ebenfalls thematisiert.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• für eine Fragestellung eine geeignete Prüfmethode der bildgebenden Kunststoffprüfung auszuwählen,</li> <li>• Proben sachgerecht vorzubereiten,</li> <li>• Prüfungen mittels Mikroskopie, Elektronenmikroskopie/EDX und CT durchzuführen und auszuwerten,</li> <li>• Prüfergebnisse in Berichtsform darzustellen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung Mikroskopische Methoden</li> <li>• Probenvorbereitung (Einbetten, Schneiden, Polieren, CCP, Sputtern, Veraschung...)</li> <li>• Optische Mikroskopie</li> <li>• Elektronenmikroskopie</li> <li>• Computertomographie</li> <li>• Mikroplastikanalyse</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Max. Teilnehmerzahl: 15 Das Modul enthält 5 Übungstermine, die in Kleingruppen bearbeitet werden. Zu 4 der 5 Übungstermine ist ein Bericht anzufertigen, der als veranstaltungsbegleitende Prüfung bewertet wird. Studierende können freiwillig Zusatzaufgaben nach § 6 (6) der Prüfungsordnung absolvieren. Dies wird bei erfolgreicher Teilnahme bei der Bewertung der Prüfungsleistung als Bonus berücksichtigt</p>							

**Modul: Bildgebende Materialprüfung polymerer und weiterer Werkstoffe****Module:** Imaging materials testing of polymeric and other materials**Literatur**

Literaturempfehlungen werden in Stud.IP bereit gestellt.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.;

**Modul: Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse**

Module: Fuel cells and water electrolysis

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		70 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		80 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach					
<b>Institut</b>		Institut für Elektrische Energiesysteme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse - Vorlesung				3	Klausur		
Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse - Übung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik, Transportprozesse in der Verfahrenstechnik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt ein grundlegendes Verständnis der physikalischen Vorgänge in elektrochemischen Energiewandlern, insbesondere der Brennstoffzelle der Wasser-Elektrolyse. Diese beiden Energiewandler spielen eine zentrale Rolle in zukünftigen Energieversorgungszenarien.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das zugrundeliegende physikalische Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung aus eigenem Verständnis heraus zu erläutern.</li> <li>• die wichtigsten Elemente einer elektrochemischen Zelle sowie deren Funktion qualitativ und quantitativ zu beschreiben.</li> <li>• die notwendigen Hilfssysteme zu benennen und zu erläutern, die Kennlinie einer Brennstoffzelle bzw. eines Elektrolyseurs zu berechnen und zu interpretieren.</li> <li>• die möglichen Verfahren zur Wasserelektrolyse zu beschreiben.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen dieses Moduls erstellen die Studierenden ein einfaches Programm zur Modellierung einer Brennstoffzelle</li> <li>• Einführung und GrundlagenPotentialfeld in der Brennstoffzelle</li> <li>• Stationäres Betriebsverhalten</li> <li>• Thermodynamik und Elektrochemie</li> <li>• Experimentelle Methoden in der Brennstoffzellenforschung</li> <li>• Brennstoffzellensysteme und deren Anwendung</li> <li>• Wasserelektrolyse (Grundlagen und Varianten)</li> <li>• Wasserstoffwirtschaft</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
R. O'Hayre/S. Cha/W. Colella/F. Prinz: Fuel Cell Fundamentals 3. ed. New York: Wiley & Sons, 2016 W. Vielstich et al.: Handbook of Fuel Cells. New York: Wiley & Sons, 2003 A. Bard, L.R. Faulkner: Electrochemical Methods. Fundamentals and							

**Modul: Brennstoffzellen und Wasserelektrolyse****Module:** Fuel cells and water electrolysis

Applications 2. ed. New York: Wiley & Sons, 2001 P. Kurzweil: Brennstoffzellentechnik: Grundlagen, Komponenten, Systeme, Anwendungen 2. ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.; Technical Education Elektrotechnik M.Sc; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Chemische Analyse von Kunststoffen I**

Module: Chemical analysis of plastics

Modultyp		Kompetenzbereich					
Wahlpflicht		Nachhaltige Produktion					
Angebot im	Dauer	Sprache	ECTS	Empfohlen ab			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	Zulassung WiSe:	1/2. Semester	Zulassung SoSe:	1/2. Semester
Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)							
Art		ECTS	Dauer / Umfang			Notenskala	
PL	Written exam	4	90 min			graded	
SL	Academic achievement	1	3 Lab reports (approx. 5 pages)			ungraded	
Workload		150 h					
Präsenzstudienzeit		42 h					
Selbststudienzeit		108 h					
Modulverantwortliche-r		Dr. Madina Shamsuyeva					
Dozent-in		Dr. Madina Shamsuyeva					
Institut		Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik					
Fakultät		Fakultät für Maschinenbau					
Aufbau des Moduls							
Veranstaltungstitel und Form				SWS	PL / SL		
Chemische Analyse von Kunststoffen I - Vorlesung				1	Written exam		
Chemische Analyse von Kunststoffen I - Labor				2	Academic achievement		
Voraussetzungen für die Teilnahme:				Empfohlen für die Teilnahme:			
keine				Dringend empfohlen: Vorheriger Besuch der Vorlesung Polymerwerkstoffe			
Qualifikationsziele							
<p>Das Modul vermittelt Kenntnisse über verschiedene chemische Methoden zur Charakterisierung von Polymerstrukturen und über den molekularen Aufbau, Alterungsprozesse und -mechanismen von Kunststoffen sowie über typische Kunststoffadditive.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>chemische Methoden zur Analyse von Kunststoffen zu benennen und die richtigen Methoden für die jeweiligen Fragestellungen auszuwählen</li> <li>Prinzipien, Vor- und Nachteile der gängigen polymer-chemischen Methoden zu verstehen</li> </ul>							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Polymere / Polymerstruktur</li> <li>Spektralphotometrie (zzgl. Labor)</li> <li>IR-Spektroskopie (zzgl. Labor)</li> <li>Raman-Spektroskopie</li> <li>UV-Spektroskopie</li> <li>Fluoreszenzspektroskopie</li> <li>Röntgenphotoelektronenspektroskopie</li> <li>Auger-Elektronen-Spektroskopie</li> <li>Kernspinresonanzspektroskopie</li> <li>Pyrolyse-Gaschromatographie-Massenspektrometrie (zzgl. Labor)</li> <li>Größenausschlusschromatographie</li> </ul>							
Besonderheiten							
Max. TN-Zahl: 15 / Zusatzinformationen: Das Modul enthält Praktikumstermine zu denen Laborberichte anzufertigen sind. Zudem gibt es eine schriftliche Klausur. Die Vorlesungsunterlagen sind in Englisch.							
Literatur							
Instrumentelle Analytik. Theorie und Praxis (ISBN: 978-3-8085-7216-0) Analytical Chemistry: A Modern Approach to							

**Modul: Chemische Analyse von Kunststoffen I****Module:** Chemical analysis of plastics

Analytical Science, 2nd Edition (ISBN: 978-3-527-30590-2)

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.;

**Modul: Chemische Analyse von Kunststoffen II**

Module: Chemical analysis of plastics II

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe/WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Hausarbeit		5	ca. 30 Seiten zzgl. Abbildungen			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		28 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		122 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr. Madina Shamsuyeva					
<b>Dozent-in</b>		Dr. Madina Shamsuyeva					
<b>Institut</b>		Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Chemische Analyse von Kunststoffen II - Seminar				2	Hausarbeit		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Chemische Analyse von Kunststoffen I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vertieft das Wissen über die Anwendung von polymerchemischen Analysemethoden an bestimmten Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der Kunststoffe und insbesondere der Kunststoffzyklate.</p> <p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete Methoden der Polymerchemie auszuwählen und anzuwenden, um eine spezifische Fragestellung aus dem Bereich der Kunststoffanalytik zu lösen</li> <li>• eine Literaturrecherche durchzuführen und die relevanten Informationen in systematischer Form zu verfassen</li> <li>• bestimmte polymerchemische Messmethoden und deren Ergebnisse zu analysieren und mögliche Fehlerquellen zu diskutieren</li> <li>• ihre Arbeit in zusammengefasster Form präsentieren und diskutieren</li> <li>• Wissen über den Einsatz der polymerchemischen Methoden wie Infrarot- und Raman-Spektroskopie, Galschromatographie/Massenspektrometries an konkreten Aufgabenstellungen anzuwenden.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Zu Beginn des Semesters erhalten die Studierenden ein individuelles Thema, an dem sie während des Semesters arbeiten. In den ersten vier Wochen führen die Studierenden eine Literaturrecherche durch und entwickeln eine Struktur (Gliederung) für die ihre Hausarbeit. In den nächsten vier bis sechs Wochen führen die Studierenden die eigentliche Forschungsarbeit durch, die je nach Thema hauptsächlich theoretisch sein kann oder auch einige praktische Arbeiten im Labor beinhaltet. Die Durchführung der einzelnen Schritte erfolgt unter individueller Betreuung und regelmäßigen Meetings mit einem Betreuenden. In den letzten Wochen werden die Studierenden die Ergebnisse ihrer Hausarbeit in Form einer Powerpoint-Präsentation im Vorlesungsraum vorstellen und die Ergebnisse diskutieren.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Schriftliche Hausarbeit als Prüfungsleistung. Die Hausarbeit kann auf Englisch oder Deutsch präsentiert werden. Die Teilnehmeranzahl ist auf 10 begrenzt.</p>							

**Modul: Chemische Analyse von Kunststoffen II****Module:** Chemical analysis of plastics II

<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Elektrische Energiespeichersysteme

Module: Electrical energy storage systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur		4	90 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Labor		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach				
<b>Institut</b>			Institut für Elektrische Energiesysteme				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Elektrotechnik und Informatik				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Elektrische Energiespeichersysteme - Vorlesung				2	Klausur		
Elektrische Energiespeichersysteme - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Elektrische Energiespeichersysteme - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine besonderen Vorkenntnisse nötig			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls verfügen die Studierenden über einen Überblick verschiedener Einsatzgebiete von elektrischen Energiespeichern und deren zugehörige Geschäftsmodelle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sind mit allen wichtigen Kenngrößen zur Charakterisierung von Speichern und Speicheranwendungen vertraut und können diese berechnen</li> <li>- kennen wichtige Speichertechnologien, können deren Funktionsprinzip erläutern und sind mit deren Eigenschaften und typischen Einsatzgebieten vertraut</li> <li>- sind mit einem vereinfachten Simulationsmodell zur Beschreibung des Betriebsverhaltens von Speichern (unifiziertes Energiemodell) vertraut und können dieses erfolgreich zur Berechnung von Speicheranwendungen einsetzen (mittels MS Excel)</li> <li>- kennen die Grundkonzepte zur Betriebsführung von Speichern und sind in der Lage Minimalstrategien für ausgewählte Einsatzfälle zu formulieren</li> <li>- verfügen über einen Überblick zu den Ansätzen zur Technologieauswahl und Grobdimensionierung</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Das Modul vermittelt Kenntnisse zur Auswahl und zum Einsatz von elektrischen Energiespeichern.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungsgebiete von elektrischen Energiespeichern</li> <li>- Wichtige Begriffe und Kenngrößen</li> <li>- Technologien zur Speicherung elektrischer Energie</li> <li>- Vereinfachte Beschreibung des Betriebsverhaltens von elektrischen Energiespeichern</li> <li>- Betriebsführung von elektrischen Energiespeichern</li> <li>- Technologieauswahl und Grobdimensionierung</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Eine Studienleistung im Form eines Labors ist in der Veranstaltung vorgesehen. Das Labor findet regulär nur im Wintersemester statt.</p>							

**Modul: Elektrische Energiespeichersysteme****Module:** Electrical energy storage systems**Literatur**

M. Sterner, I. Stadler: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Springer Vieweg, Wiesbaden 2017

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Energiewende, erneuerbare Energien und smarte Stromnetze

Module: Energy transition, renewable energies and smart grids

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Hofmann					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Hofmann					
<b>Institut</b>		Institut für Elektrische Energiesysteme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Energiewende, erneuerbare Energien und smarte Stromnetze - Vorlesung				2	Klausur		
Energiewende, erneuerbare Energien und smarte Stromnetze - Übung				1			
Energiewende, erneuerbare Energien und smarte Stromnetze - Praktikum				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen der Elektrotechnik: Gleich- und Wechselstromnetzwerke			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden lernen die wesentlichen Veränderungen durch die Energiewende und die daraus resultierende Transformation des Energiesystems kennen, können den Aufbau und das grundlegende Betriebsverhalten von Erzeugungsanlagen (insbesondere von on- und offshore Windenergieanlagen, Photovoltaikanlagen), Verbrauchern (insbesondere von neuen Verbrauchern wie E-KFZ und Wärmepumpen) und Batteriespeichern sowie Elektrolyseanlagen in nachhaltigen und regenerativen Energieversorgungssystemen erklären. Des Weiteren können die Studierenden zum einen die Auswirkungen der erneuerbaren Energien, der neuen Verbraucher, Batteriespeicher und Elektrolyseanlagen auf die Stromnetze und das Zu-sammenwirken mit den anderen Betriebsmitteln mit Blick auf die folgenden Themen erläutern: Netzengpassmanagement, Beherrschung von Dunkelflauten, Spannungshaltung und Frequenzregelung. Zum anderen können die Studierenden die Beiträge und Funktionalitäten dieser Anlagen (Systemdienstleistungsbereitstellung, Energiemanagement, steuerbare Lasten) für die Stützung und Sicherung eines stabilen und sicheren zukünftigen Stromnetzes erklären, die Einbindung in die nationalen und internationalen Strom- und Energiemärkte sowie den Begriff der Sektorkopplung und die besondere Rolle von Wasserstoff für das zukünftige Energiesystems erläutern. Die Studierenden erlangen damit ein grundlegendes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise von zukünftigen regenerativen Energiesystemen und ihrer Betriebsmittel. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden das Systemverhalten dieser Energiesysteme, die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen und Lösungsansätze für unsere Energieversorgung benennen, den Umfang des notwendigen Netzausbaus begründen und die absehbaren Entwicklungstendenzen erklären und bewerten.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>V01: Energiewende hin zu einer sektorübergreifenden regenerativen Energieversorgung auf Basis erneuerbaren Energien und weiterer innovativer Komponenten V02: Grundlagen der Windenergienutzung, Potential und Standortwahl V03: Windenergieanlagenkonzepte, Betriebsverhalten und Netzanbindung von Offshore-Windparks V04: Photovoltaikanlagen, Betriebsverhalten und Batteriespeicher V05: Prosumer, Wärmepumpen und Energiemanagementsysteme/Lastmanagement V06: E-Mobilität und Laden von Elektrofahrzeugen als eine Herausforderung für die Stromnetze V07: Sektorkopplung: Auf dem Weg zur Defossilisierung des Energiesystems -</p>							

## Modul: Energiewende, erneuerbare Energien und smarte Stromnetze

Module: Energy transition, renewable energies and smart grids

Hintergründe, Ansätze, Herausforderungen und besondere Rolle von Wasserstoff V08: Aufbau von Stromnetzen, ihre Betriebsmittel für die Übertragung und Verteilung von elektrischer Energie und Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ) V09: Systembetrieb: Zusammenwirken der Erzeugungsanlagen und Verbraucher über das Stromnetz und Auswirkungen der erneuerbaren Energien V10: Netzintegration von dezentralen Erzeugungsanlagen und Netzanschlussregeln V11: Digitalisierung und Smart Grids: Intelligente Vernetzung von Erzeugungs-, Verbrauchs- und Speicheranlagen und flexible Drehstromstromübertragungssysteme V12: Grundlagen des Strom- und Energiehandels und Einbindung von Erneuerbaren Energien V13: Ausblick auf zukünftige Systementwicklungen im Bereich Erzeugung, Übertragung und Verbrauch von elektrischer Energie und zukünftige Energiesysteme

### Besonderheiten

Studienleistung kann nur im SoSe absolviert werden.

### Literatur

- Hofmann, Lutz: Elektrische Energieversorgung Band 1: Grundlagen, Systemaufbau und Methoden. Berlin, De Gruyter Oldenbourg, 2019.
- Hofmann, Lutz: Elektrische Energieversorgung Band 2: Betriebsmittel und ihre quasistationäre Modellierung. Berlin, De Gruyter Oldenbourg, 2019.
- Hofmann, Lutz: Elektrische Energieversorgung Band 3: Systemverhalten und Berechnung von Drehstromsystemen. Berlin, De Gruyter Oldenbourg, 2019

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;

## Modul: Entwicklungsmethodik - Produktentwicklung I

Module: Methods and Tools for Engineering Design - Product Development I

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer					
<b>Institut</b>		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Entwicklungsmethodik - Produktentwicklung I - Vorlesung				2	Klausur		
Entwicklungsmethodik - Produktentwicklung I - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen bzw. Kenntnisse zum Konstruieren erforderlich.			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Im Modul Entwicklungsmethodik - Produktentwicklung I erwerben die Studierenden grundlegende methodische Kompetenzen für die erfolgreiche Entwicklung technischer Produkte. Sie erlernen Kreativitätstechniken, Methoden zur Aufgabenklärung, den Entwurf, die Gestaltung sowie Umsetzung von Produktentwicklungsprojekten. Zudem werden Inhalte zum Management von Entwicklungsprojekten sowie dem kostengerechten Entwickeln vermittelt. Das Modul richtet sich an Masterstudierende, die grundlegende Fähigkeiten in der technischen Produktentwicklung und dem Management von Entwicklungsprojekten erarbeiten möchten.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Produkte zu identifizieren und diese in Anforderungslisten zusammenzufassen</li> <li>• intuitive und diskursive Kreativitätstechniken zur Lösungsfindung anzuwenden</li> <li>• Funktionen mit Hilfe von allgemeinen und logischen Funktionsstrukturen darzustellen und daraus Entwürfe zu entwickeln</li> <li>• verschiedene Entwürfe zu vergleichen und diese anhand von Nutzwertanalysen und paarweisem Vergleich zu analysieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreativitätstechniken und Problemlösungsmethoden</li> <li>• Methoden zur Beschreibung physikalischer Effekte</li> <li>• Werkzeuge zum kostengerechten Entwickeln von Produkten</li> <li>• Methoden zum erfolgreichen Management von Entwicklungsprojekten</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Keine							
<b>Literatur</b>							
<p>Vorlesungsskript                  Roth, K.; Konstruieren mit Konstruktionskatalogen: Band 1 - Konstruktionslehre; Springer Verlag; 2012                  Roth, K.; Konstruieren mit Konstruktionskatalogen: Band 2 - Kataloge; Springer Verlag; 2012                  Feldhusen, J.; Pahl/Beitz - Konstruktionslehre - Methoden und Anwendungen erfolgreicher Produktentwicklung; 8. Auflage;</p>							

**Modul: Entwicklungsmethodik - Produktentwicklung I****Module:** Methods and Tools for Engineering Design - Product Development I

Springer Verlag; 2013

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Medizintechnik B.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Experimental Thermodynamics**

Module: Experimental Thermodynamics

Type of module		Area of competence					
Wahlpflicht		Nachhaltige Energiesysteme					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe/WiSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1. Semester	Admission SoSe:	2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope		Grading scale	
PL	Klausur		3	45 min		benotet	
SL	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		2	zwei Testate 20 min		unbenotet	
Workload		150 h					
Attendance study period		42 h					
Self-study time		108 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
Lecturer		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
Institute		Institut für Thermodynamik					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Experimental Thermodynamics - Vorlesung				1	Klausur		
Experimental Thermodynamics - Labor				2	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
none				Basic knowledge of technical thermodynamics and heat transfer is useful			
Qualification goals							
<p>The module provides a fundamental understanding of measuring procedures in thermodynamics. Students learn the principles of temperature and pressure measurement, including calibration methods, uncertainty evaluation, and research data management. In addition to these core topics, the module alternates each semester between thermophysical properties (summer semester) and transport properties (winter semester).</p> <p>Upon completion of the module, students will be able to select suitable measurement principles and methods based on the requirements of a given task, evaluate different measurement procedures, and apply the most appropriate one. They will understand the causes, avoidance, and treatment of measurement errors, enabling them to identify and eliminate potential sources of uncertainty before performing measurements. Moreover, students will be able to quantify existing measurement deviations through uncertainty estimation.</p>							
Contents							
<p>The module is offered every semester. Each semester, the core content—covering fundamentals of calibration, uncertainty analysis, and data management—is provided. In addition, a second part alternates between topics on thermophysical properties and transport properties each semester.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals</li> <li>2. Temperature Measurement and Calibration</li> <li>3. Pressure Measurement and Calibration</li> <li>4. Uncertainty Evaluation</li> <li>5. Research Data Management</li> <li>6. Thermophysical Properties (SoSe)/ Transport Properties (WiSe)</li> </ol>							
Special features							
<p>The module is offered every semester. Each semester, the core content—covering fundamentals of calibration, uncertainty analysis, and data management—is provided. In addition, a second part alternates between topics on thermophysical properties and transport properties each semester.</p>							

**Modul: Experimental Thermodynamics****Module:** Experimental Thermodynamics

To maintain student engagement throughout the semester, three multiple-choice tests are planned: two intermediate assessments and one final test, each covering the corresponding part of the program.  
Due to laboratory component the module is limited in participation to a maximum of 15 students.

**Literature**

none

**Applicability in other degree programs**

Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Fabrikplanung

Module: Factory Planning

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Projektorientierte Prüfungsform		5	Projektbericht			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt					
<b>Dozent-in</b>		M. Sc. Torben Petersen M. Sc. Luca Philipp					
<b>Institut</b>		Institut für Fabrikanlagen und Logistik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Fabrikplanung - Vorlesung				2	Projektorientierte		
Fabrikplanung - Hörsaalübung				1	Prüfungsform		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Interesse an Unternehmensführung und Logistik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul behandelt die systematische Vorgehensweise der Fabrikplanung.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Methoden und Werkzeuge zur effizienten Planung von Fabriken zu erläutern und anzuwenden.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Rahmen der Vorlesung wird die systematische Vorgehensweise zur Planung von Fabriken vorgestellt. Es werden Methoden und Werkzeuge behandelt, die einen effektiven und effizienten Planungsprozess ermöglichen. Nach einem Überblick über den Planungsprozess wird das Projektmanagement behandelt. Darauf aufbauend erfolgt die methodische Auswahl eines Standortes. In der Zielfestlegung und Grundlagenermittlung werden Methoden vorgestellt, um grundlegende Informationen für den Planungsprozess zu erarbeiten. In der Konzept- und Detailplanung wird der kreative Teil behandelt. Wie die Ergebnisse umgesetzt werden, wird im Rahmen des Anlaufs dargestellt. Querschnittsthemen wie Digitalisierung, Lean Production oder Nachhaltigkeit begleiten die Vorlesung.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
Keine							
<b>Literatur</b>							
Wiendahl, H.-H.; Reichardt, J.; Nyhuis, P. (2024): Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. 3., vollständig überarbeitete Auflage, München: Hanser. ISBN: 9783446473607.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Informatik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

# Modul: Finite Elemente Methoden Anwendungen

Module: Finite Element Method Applications

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Hausarbeit		5	Protokoll (~10 Seiten) und Präsentation (~10 Minuten)			benotet

<b>Workload</b>	150 h
<b>Präsenzstudienzeit</b>	56 h
<b>Selbststudienzeit</b>	94 h
<b>Modulverantwortliche-r</b>	Dr.-Ing. Meisam Soleimani
<b>Dozent-in</b>	Dr.-Ing. Meisam Soleimani
<b>Institut</b>	Institut für Kontinuumsmechanik
<b>Fakultät</b>	Fakultät für Maschinenbau

<b>Aufbau des Moduls</b>		
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>	<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>
Finite Elemente Methoden Anwendungen - Vorlesung	4	Hausarbeit
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>	<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>	
keine	Technische Mechanik I - II, (Kontinuum Mechanik I, Höhere Festigkeitslehre)	

<b>Qualifikationsziele</b>
<p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Numerik der FEM zu verstehen</li> <li>• eine FEM Berechnung in Ansys selbstständig zu erstellen, durchzuführen und die Ergebnissgüte zu bewerten</li> <li>• Post-Processing verfahren zur Aufbereitung von Berechnungsergebnissen zu verstehen</li> <li>• Instabilitäten bzw. Fehler bei komplexeren Materialmodellen zu erkennen und verstehen</li> <li>• die Implementierung benutzerdefinierter Materialmodelle in Ansys nachzuvollziehen</li> </ul> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p>

<b>Inhalte</b>
<p>Dieses Modul bietet eine umfassende und praxisorientierte Einführung in die Finite-Elemente-Methode (FEM) mit Schwerpunkt auf Anwendungen in der Strukturmechanik. Der Kurs ist auf technische Anwendungen im Maschinenbau, Bauwesen sowie in der Luft- und Raumfahrt ausgerichtet und legt sowohl den Schwerpunkt auf die theoretischen Grundlagen als auch auf praktische Erfahrungen durch die intensive Nutzung der ANSYS-Software.</p> <p>Zunächst werden Fachwerkstrukturen analysiert und anhand derer die Grundlagen der Diskretisierung, der Steifigkeitsformulierung und der Randbedingungen vermittelt. Anschließend führt der Kurs systematisch zu komplexeren Strukturmodellen, darunter Balken , Volumenkörper sowie Schalen- und Plattenelementen. Anhand angeleiteter Übungen lernen die Teilnehmenden, realistische Strukturen zu modellieren, Lasten und Stützen zu definieren und Simulationsergebnisse zuverlässig zu interpretieren.</p> <p>In späteren Kapiteln erkunden die Teilnehmenden fortgeschrittenere Funktionen von ANSYS, wie z. B. die Automatisierung mit APDL-Skripten, parametrische Modellierung und eine kurze Einführung in benutzerdefinierte Materialmodelle. Am Ende des Kurses verfügen die Teilnehmenden über die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten, um eine breite Palette technischer Strukturen mithilfe moderner FEM-Tools selbstständig zu modellieren und zu analysieren .</p> <p>Die Bewertung erfolgt durch individuelle Projektarbeit, bei der jeder Studierende selbstständig ein Strukturproblem mit ANSYS modelliert, simuliert und analysiert. Mit diesem Projekt demonstrieren die Studierenden das Verständnis der FEM-Prinzipien und ihre Fähigkeit, diese in der Praxis anwenden zu können. Dieser Kurs ist ideal für alle, die ihr FEM-Verständnis durch die direkte Anwendung auf technische Probleme vertiefen und ihre technischen Kenntnisse im simulationsbasierten Design verbessern möchten.</p>

## Modul: Finite Elemente Methoden Anwendungen

Module: Finite Element Method Applications

1. Einführung in FEM und Fachwerkelemente
  - Grundlagen der FEM, Steifigkeitsmatrizen, Modellierung und Analyse von Fachwerkstrukturen in ANSYS
2. Balkenelemente und Rahmenstrukturen
  - Balkentheorie, Rahmenmodellierung, Biege- und Schubspannungsanalyse
3. Festkörperelemente in 2D und 3D
  - Ebene Spannung/Dehnung, 3D-Festkörpervernetzung, Spannungsverteilung in Festkörpern
4. Platten und Schalenelemente
  - Schalentheorie, Modellierung dünner und dicker Platten, Druckbehälter und gekrümmter Strukturen
5. Praktische Überlegungen und fortgeschrittene Modellierung
  - Kontakt, Vernetzungsstrategien, Konvergenz, Randbedingungen
6. APDL-Skripting für die Automatisierung
  - Einführung in APDL, parametrische Modellierung, Automatisierung wiederkehrender Aufgaben
7. User Material Development (Einführung)
  - Überblick über ANSYS-Materialmodelle, benutzerdefinierte Eingaben und konzeptionelle Einführung in USERMAT

### Besonderheiten

Das Modul findet durchgehend im CIP-Pool bzw. an Rechnern statt

### Literatur

Knothe, Wessels: Finite Elemente, eine Einführung für Ingenieure, Springer, 2008

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Maschinenbau B.Sc.;

## Modul: Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme

Module: Design of sustainable energy systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	20 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Praxisübung		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr. Raphael Niepelt				
<b>Dozent-in</b>			Dr. Raphael Niepelt				
<b>Institut</b>			Institut für Festkörperphysik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Mathematik und Physik				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Veranstaltung sind mit dem Energiesystem und den methodischen Ansätzen zur Erstellung von Energieszenarien vertraut und haben mit dem LUH-eigenen Framework ESTRAM erste Schritte in der Szenariomodellierung unternommen. Sie sind in der Lage, die Bedeutung ausgewählter Komponenten im Kontext der Energiewende einzuschätzen. Sie können ESTRAM einsetzen, um selbstständig Fragen zum Energiesystem zu beantworten. Sie kennen die Unterschiede, Stärken und Schwächen konkurrierender Simulationsansätze und Tools. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind in der Lage, Studien und Energiesystemszszenarien Dritter zu analysieren und fachlich einzuschätzen.							
<b>Inhalte</b>							
Energiesystem, Energiesystemkomponenten, Energiehandel; Energiesystemmodellierung: Historie, Model l klassen, Werkzeuge, LU H-eigenes Si m u lationsfra mework ESTRAM; Opti m ieru ngsverfa h ren: LP, multikriterielle Verfahren, Modelling to generate alternatives, weitere Ansätze; Methodisches Vorgehen bei der Erstellung und Analyse von Energiesystemszszenarien, Ansätze für Optimierung von Rechenzeit; Energiesystemanalyse als Werkzeug in der Politikberatung							
<b>Besonderheiten</b>							
mit Praxisübung als Studienleistung							
<b>Literatur</b>							
Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer arbeiten vorlesungsbegleitend mit Energiesystemstudien, die in der ersten Veranstaltung verteilt werden.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Maschinenbau M.Sc.;							

## Modul: Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme

Module: Design of sustainable energy systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Muendliche Pruefung		4	20 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Praxisübung			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr. Raphael Niepelt					
<b>Dozent-in</b>		Dr. Raphael Niepelt					
<b>Institut</b>		Institut für Festkörperphysik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Mathematik und Physik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Veranstaltung sind mit dem Energiesystem und den methodischen Ansätzen zur Erstellung von Energieszenarien vertraut und haben mit dem LUH-eigenen Framework ESTRAM erste Schritte in der Szenariomodellierung unternommen. Sie sind in der Lage, die Bedeutung ausgewählter Komponenten im Kontext der Energiewende einzuschätzen. Sie können ESTRAM einsetzen, um selbstständig Fragen zum Energiesystem zu beantworten. Sie kennen die Unterschiede, Stärken und Schwächen konkurrierender Simulationsansätze und Tools. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind in der Lage, Studien und Energiesystemszszenarien Dritter zu analysieren und fachlich einzuschätzen.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Energiesystem, Energiesystemkomponenten, Energiehandel; Energiesystemmodellierung: Historie, Model l klassen, Werkzeuge, LU H-eigenes Si m u lationsfra mework ESTRAM; Opti m ieru ngsverfa h ren: LP, multikriterielle Verfahren, Modelling to generate alternatives, weitere Ansätze; Methodisches Vorgehen bei der Erstellung und Analyse von Energiesystemszszenarien, Ansätze für Optimierung von Rechenzeit; Energiesystemanalyse als Werkzeug in der Politikberatung</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
mit Praxisübung als Studienleistung							
<b>Literatur</b>							
Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer arbeiten vorlesungsbegleitend mit Energiesystemstudien, die in der ersten Veranstaltung verteilt werden.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Maschinenbau M.Sc.;							

# Modul: Green Tribology

Module: Green Tribology

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahlpflicht</b>			<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>		<b>Grading scale</b>	
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		5	90 min/20 min		benotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Attendance study period</b>			56 h				
<b>Self-study time</b>			94 h				
<b>Module coordinator</b>			Prof. Dr.-Ing. Max Marian				
<b>Lecturer</b>			Prof. Dr.-Ing. Max Marian				
<b>Institute</b>			Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Green Tribology - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
Green Tribology - Hörsaalübung				2			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				none			
<b>Qualification goals</b>							
<p>By the end of the "Green Tribology" module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprehend the definition and scope of tribology.</li> <li>• Evaluate the importance of integrating tribology with sustainability.</li> <li>• Assess the energy consumption in tribological systems.</li> <li>• Identify emissions and environmental pollutants resulting from tribological processes.</li> <li>• Perform a life cycle analysis of tribological components.</li> <li>• Analyze case studies to understand the environmental impacts of tribological processes.</li> <li>• Understand and explain basic concepts such as friction, wear, and lubrication.</li> <li>• Identify the components and systems involved in tribological processes.</li> <li>• Evaluate the interactions between materials and surfaces in tribological systems.</li> <li>• Analyze various tribological testing methods such as pin-on-disk and scratch tests.</li> <li>• Characterize surfaces using techniques like microscopy and spectroscopy.</li> <li>• Interpret data from tribological tests to make informed decisions.</li> <li>• Classify different types of lubricants: oils, greases, and solid lubricants.</li> <li>• Evaluate the performance of eco-friendly lubricants and additives.</li> <li>• Develop and propose the use of biodegradable and bio-based lubricants.</li> <li>• Analyze case studies on the application of sustainable lubricants.</li> <li>• Understand the principles of wear-resistant materials and coatings.</li> <li>• Apply advanced surface engineering techniques to enhance performance.</li> <li>• Evaluate the benefits of surface modification techniques such as thermal spraying, PVD, and CVD.</li> <li>• Analyze case studies on surface engineering applications.</li> <li>• Assess tribological challenges in wind turbines, solar panels, and hydroelectric power systems.</li> <li>• Propose tribological solutions to improve the performance of renewable energy systems.</li> <li>• Analyze the role of tribology in the efficiency of renewable energy systems.</li> <li>• Understand tribological issues in automotive, rail, and aerospace systems.</li> </ul>							

**Modul: Green Tribology**

**Module:** Green Tribology

- Propose sustainable tribological solutions for engines, transmissions, and brakes.
  - Analyze the impact of tribology on electric and hybrid vehicles.
  - Assess the role of tribology in machining, forming, and molding processes.
  - Propose sustainable lubrication and wear reduction techniques in manufacturing.
  - Evaluate case studies on reducing wear and friction in manufacturing processes.
  - Develop strategies for integrating sustainable practices in manufacturing.
  - Understand the tribology of human joints and prosthetics.
  - Evaluate biocompatible materials and coatings for medical applications.
  - Analyze wear and lubrication challenges in medical devices.
  - Propose solutions for biomedical tribology based on case studies.
  - Identify emerging materials and technologies in green tribology.
  - Understand the role of digitalization and simulation in advancing tribology.
  - Evaluate the impact of policy and regulations on sustainable tribology practices.
  - Synthesize knowledge from various topics to propose innovative and sustainable tribological solutions.
- These learning outcomes will equip students with the knowledge and skills necessary to contribute to sustainable engineering through advanced tribological methods and principles.

**Contents**

- Introduction to Green Tribology and Sustainability
- Environmental Impact of Tribological Processes
- Fundamentals of Tribology
- Tribo-Testing Theory
- Lubrication Theory and Sustainable Lubricants
- Surface Engineering
- Tribology in Renewable Energy Systems
- Tribology in Transportation Systems
- Tribology in Manufacturing Processes
- Biotribology and Biomedical Applications
- Future Trends and Innovations in Green Tribology

**Special features**

none

**Literature**

- Berman, Rosenkranz, Marian: Fundamental and Practical Aspects of Tribology, CRC Press, Taylor & Francis, 1. Edition, 2024
- Steinhilper, Sauer: Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2, Springer Lehrbuch, 6. Aufl., 2008

**Applicability in other degree programs**

Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion

Module: Foundations of Human-Computer Interaction

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	75 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr. Michael Rohs					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr. Michael Rohs					
<b>Institut</b>		Institut für Praktische Informatik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion - Vorlesung				2	Klausur		
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Themen der Mensch-Computer-Interaktion sowie die relevanten motorischen, perzeptiven und kognitiven Fähigkeiten des Menschen. Sie können interaktive Systeme benutzerzentriert gestalten und evaluieren. Sie kennen wichtige aktuelle Interaktionstechnologien.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Grundlagen der menschlichen Informationsverarbeitung. Ergonomische und physiologische Grundlagen. Technische Realisierung von Benutzungsschnittstellen (Ein- und Ausgabegeräte, Interaktionsstile). Usability Engineering, benutzerzentrierter Entwurfsprozess (Anforderungs-/Aufgabenanalyse, Szenarien, Prototyping). Benutzbarkeits-Evaluation. Paradigmen und Historie der Mensch-Computer-Interaktion.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
Keine							
<b>Literatur</b>							
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Biomedizintechnik M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.;							

# Modul: Industrielle Mess- und Qualitätstechnik

Module: Industrial Metrology and Quality Engineering

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Dozent-in</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Institut</b>		Institut für Mess- und Regelungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Industrielle Mess- und Qualitätstechnik - Vorlesung				2	Klausur		
Industrielle Mess- und Qualitätstechnik - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Messtechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse zu dimensionellen Messverfahren, die in der Industrie und angewandten Forschung aktuell eingesetzt werden, sowie Kenntnisse zur Abschätzung von Messunsicherheiten und zu Methoden der Prüfplanung.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der industriellen Mess- und Qualitätstechnik zu definieren und sinnvoll anzuwenden,</li> <li>• die Funktionsweise dimensioneller Messverfahren aus dem Bereich der industriellen Messtechnik zu erläutern und geeignete Messverfahren für unterschiedliche Messaufgaben auszuwählen,</li> <li>• verschiedene geometrische Messsysteme hinsichtlich ihrer Eignung für eine bestimmte Messaufgabe in der Fertigung für die Beurteilung der Bauteilqualität auszuwählen und sich dabei der Grenzen des jeweiligen Messverfahrens bewusst sein.</li> <li>• die Grenzen dimensioneller Messverfahren zu definieren,</li> <li>• geeignete Methoden zur Abschätzung von Messunsicherheiten auszuwählen und anwendungsspezifisch anzuwenden,</li> <li>• Methoden der Prüfplanung auszuwählen und sinnvoll anzuwenden.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Aufbauend auf einer Definition messtechnischer Grundbegriffe, der Diskussion von Methoden zur Abschätzung von Messunsicherheiten und zur Prüfplanung, wird im Hauptteil der Vorlesung ein Überblick über aktuell in der Industrie und Forschung eingesetzte dimensionelle Messverfahren gegeben. In der Übung werden wichtige produktionsbegleitend eingesetzte Messgeräte praktisch vorgestellt.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
<p>Keferstein, Dutschke: Fertigungsmesstechnik, Teubner Verlag, 7. Auflage, 2011 Pfeiffer: Fertigungsmesstechnik, Oldenbourg Verlag, 3. Auflage, 2010 Weckenmann, Gawande: Koordinatenmesstechnik, Hanser Verlag, 2. Auflage, 2007 Weitere Literaturhinweise unter <a href="http://www.imr.uni-hannover.de">www.imr.uni-hannover.de</a>.</p>							

## **Modul: Industrielle Mess- und Qualitätstechnik**

**Module:** Industrial Metrology and Quality Engineering

<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.; Optische Technologien M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Innovationsmanagement - Produktentwicklung III

Module: Innovation Management - product development III

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Matthias Gatzen					
<b>Institut</b>		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Innovationsmanagement - Produktentwicklung III - Vorlesung				3	Klausur		
Innovationsmanagement - Produktentwicklung III - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Entwicklungs- und Konstruktionsmethodik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die zunehmende Marktdynamik und technologische Entwicklungen erfordern von Unternehmen kontinuierliche Innovationen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Besonders der Einsatz neuer Technologien, die Analyse von Märkten und die strategische Ausrichtung von Innovationsprozessen sind zentrale Herausforderungen.</p> <p>Im Modul „Produktentwicklung III – Innovationsmanagement“ erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über das Management von Innovationen im unternehmerischen Kontext. Es richtet sich an Masterstudierende, die ihre Kompetenzen in der strategischen Planung, Umsetzung und Steuerung von Innovationsprozessen erweitern möchten. Ein Gastdozent aus der Industrie vermittelt praxisnahes Wissen zu Technologieinnovationen, Projektstrategien und Marktdynamiken und veranschaulicht zentrale Herausforderungen anhand konkreter Anwendungsbeispiele.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Key-Performance Indikatoren aus der Produktentwicklung zu ermitteln und zu interpretieren</li> <li>• Innovationstypen einzuordnen und Innovationsgrade zu bestimmen</li> <li>• Methoden der Entwicklungsplanung, des Innovations- und Projektmanagements anzuwenden und diese auf neue Sachverhalte zu übertragen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zum Innovationsmanagement und Innovationstechnologien</li> <li>• Marktdynamiken innovativer Produkte</li> <li>• Entwicklung und Bildung einer Innovationsstrategie, - teams</li> <li>• Einführung in die Umsetzung von Innovationsprojekten</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Durchführung als Blockveranstaltung mit externem Dozenten							
<b>Literatur</b>							
<p>- Schilling, M. A.; Strategic Management of Technological Innovation; McGraw-Hill Irwin; 2013</p> <p>-Wördenweber, B.; Technologie- und Innovationsmangement im Unternehmen. Lean Innovation.; Springer Verlag; 2008</p> <p>- Cooper, R.G.; Top oder Flop in der Produktentwicklung; Wiley-VCH Verlag; 2010</p>							

**Modul: Innovationsmanagement - Produktentwicklung III****Module:** Innovation Management - product development III

- Hauschildt, J.; Innovationsmanagement; Verlag Franz Fahlen; 2011

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Introduction to Computational Optics

Module: Introduction to Computational Optics

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahlpflicht</b>			<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>		<b>Grading scale</b>	
PL	Written exam / Oral exam		5	90 Min/20 min		graded	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Attendance study period</b>			42 h				
<b>Self-study time</b>			108 h				
<b>Module coordinator</b>			Prof. Dr. Antonio Calà Lesina				
<b>Lecturer</b>			Prof. Dr. Antonio Calà Lesina				
<b>Institute</b>			Institut für Transport- und Automatisierungstechnik				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Introduction to Computational Optics - Vorlesung				2	Written exam / Oral exam		
Introduction to Computational Optics - Übung				1			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
keine				Knowledge of electrodynamics and theoretical optics (Grundlagen der Optik I und II).			
<b>Qualification goals</b>							
<p>The course introduces the programming language Python and presents the solution of several problems in optics by means of computational approaches.</p> <p>After successfully completing the course, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use Python for data processing, visualization, and analysis.</li> <li>• Use numerical methods to solve various optics problems.</li> <li>• Understand some numerical methods for the solution of Maxwell's equations, such as FDTD and FDFD.</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<p>Some optical problems can be solved analytically, but some involve complex geometries and must be solved numerically. In both cases, translating equations into code that can be executed on a computer allows us to find solutions and post-process the data. This course introduces one of the main programming languages for scientific computing, Python, which is then used to solve many relevant optics problems.</p> <p>The content of the course is as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the Python programming language.</li> <li>• Introduction to the Python libraries NumPy, SciPy and Matplotlib: arrays and matrices, numerical differentiation, integration, root finding, minimization/maximization, eigenvalue problems, discrete Fourier transform, differential equations, generation of figures, movies, read/write of files, examples of optimization.</li> <li>• Selected examples from theoretical optics.</li> <li>• Intro to numerical methods: FDTD (finite-difference time-domain) for light propagation in media; FDFD (finite-difference frequency-domain) for mode analysis and propagation in waveguides.</li> </ul>							

**Modul: Introduction to Computational Optics****Module:** Introduction to Computational Optics

<b>Special features</b>
none
<b>Literature</b>
none
<b>Applicability in other degree programs</b>
Optical Technologies M.Sc.; Optische Technologien B.Sc.; Optische Technologien M.Sc.;

## Modul: Introduction to Optical Technologies

Module: Introduction to Optical Technologies

<b>Type of module</b>		<b>Area of competence</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>			<b>Grading scale</b>
PL	Written exam / Oral exam		5	90 min			graded
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Attendance study period</b>		56 h					
<b>Self-study time</b>		94 h					
<b>Module coordinator</b>		Prof. Dr. Antonio Calà Lesina					
<b>Lecturer</b>		Prof. Dr. Antonio Calà Lesina					
<b>Institute</b>		Institut für Transport- und Automatisierungstechnik					
<b>Faculty</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Introduction to Optical Technologies - Vorlesung				2	Written exam / Oral exam		
Introduction to Optical Technologies - Übung				2			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
keine				Knowledge of mathematics and physics (electricity and magnetism).			
<b>Qualification goals</b>							
<p>Optical technologies use light for communication, lighting, sensing, material processing, and computing. This course provides an introduction to optical technologies with a focus on the theory necessary to understand and describe modern optical devices.</p> <p>After successfully completing the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand Maxwell's equations and the properties of light.</li> <li>• Understand the optical properties of matter and the propagation of light in matter.</li> <li>• Calculate reflection and transmission through layered systems.</li> <li>• Understand diffraction and interference.</li> <li>• Understand guided propagation.</li> <li>• Understand the working principle of a selection of optical devices.</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to ray optics.</li> <li>• Introduction to wave optics: equations and fundamental properties of light.</li> <li>• Light propagation: reflection, refraction, layered media, diffraction gratings, interference, arrays.</li> <li>• Optical properties of matter: anisotropy, absorption, and dispersion.</li> <li>• Guided propagation: introduction to waveguides and optical fibers.</li> <li>• Examples of modern optical technologies.</li> </ul>							
<b>Special features</b>							
B.Sc. in Mechanical Engineering, B.Sc. in Production and Logistics, B.Sc. in Mechatronics, and B.Sc. in Nanotechnology							
<b>Literature</b>							
<p>Introduction to Optics I: Interaction of Light with Matter, K. Dolgaleva, Morgan &amp; Claypool Publishers, 2020.                  Fundamentals of photonics, B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Wiley, 2019. Optics, E. Hecht, Pearson, 2017.</p>							

## **Modul: Introduction to Optical Technologies**

**Module:** Introduction to Optical Technologies

<b>Applicability in other degree programs</b>
Maschinenbau B.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.;

# Modul: Klimatologie

Module: Climatology

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		5	60 min/ 20 min		benotet	
SL	Studienleistung		0	Hörsaalübung		unbenotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr. Gunther Seckmeyer					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr. Gunther Seckmeyer					
<b>Institut</b>		Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Mathematik und Physik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Klimatologie - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung Studienleistung		
Klimatologie - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Einführung in die Meterologie			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studierenden haben nach Abschluss einen Überblick fundierten Überblick über die Klimatologie. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten des Klimasystems</li> <li>• Klimazonen und Klimaklassifikationen</li> <li>• globale Energie- und Wasserbilanz</li> <li>• globale Wasser- und Kohlenstoffkreisläufe</li> <li>• Grundlagen der allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeans</li> <li>• Regionale Zirkulationssysteme</li> <li>• Klimavariabilität und Klimawandel, Kippunkte</li> <li>• Ozonschicht und Ozonloch</li> <li>• Grundlegende Methoden der Klimamodellierung</li> <li>• Klimapolitik</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
Mahlberg: Meteorologie und Klimatologie, Springer							

**Modul: Klimatologie**

**Module:** Climatology

Schönwiese: Klimatologie, UTB
-------------------------------

<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
--

## Modul: Laserbasierte Additive Fertigung

Module: Laser based additive manufacturing

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		5	90 min/20 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Stefan Kaierle					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Stefan Kaierle					
<b>Institut</b>		Institut für Transport- und Automatisierungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Laserbasierte Additive Fertigung - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
Laserbasierte Additive Fertigung - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen der Fertigungstechnik, Werkzeugmaschinen, Werkstoffkunde empfohlen.			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt spezifische Kenntnisse über die Anwendung und den Einsatz von Laserbasierten Verfahren für die additive Fertigung.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• auf Basis von aktuellen Beispielen aus Forschung und industrieller Praxis Laserbasierte additive Verfahren im Rahmen von fertigungstechnischen Problemstellungen einzuordnen,</li> <li>• die Möglichkeiten und Grenzen additiver Laserverfahren zu verstehen, wie z.B. das Laserschmelzen, Laserauftragschweißen mit Draht oder Pulver, Lasersintern, etc.</li> <li>• die spezifischen Vorteile und Restriktionen dieser Fertigungsverfahren einzuschätzen,</li> <li>• die erforderliche Anlagen- und Systemtechnik beschreiben zu können</li> <li>• die Werkstoffauswahl zu begründen</li> <li>• Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Sicherheit in der Anwendung dieser Verfahren zu treffen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Additive Fertigung (Motivation, Marktrelevanz, Übersicht über alle Verfahren)</li> <li>• Anlagen- und Systemtechnik für die additive Fertigung</li> <li>• Werkstoffe für die additive Fertigung</li> <li>• Laseradditive Pulverbettverfahren, Laser-Pulver-Auftragschweißen, Laser-Draht-Auftragschweißen</li> <li>• Stereolithografie und Pulverbettverfahren – Kunststoff</li> <li>• Qualitätssicherung und Sicherheitsaspekte der additiven Fertigung</li> </ul>							

**Modul: Laserbasierte Additive Fertigung****Module:** Laser based additive manufacturing

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
Empfehlung erfolgt in der Vorlesung; Vorlesungsskript
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Optische Technologien M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Life Cycle Assessment (Ökobilanz)

Module: Life Cycle Assessment

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Projektorientierte Prüfungsform		6	Exposee (1 Seite), Modelldatei, Daten, Dokumentation (ca. 10 Seiten), Kolloquium			benotet
<b>Workload</b>		180 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		70 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		110 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Christine Minke					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Christine Minke					
<b>Institut</b>		Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik					
<b>Fakultät</b>		Technische Universität Clausthal					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Life Cycle Assessment (Ökobilanz) - Vorlesung				2	Projektorientierte Prüfungsform		
Life Cycle Assessment (Ökobilanz) - Übung				2			
Life Cycle Assessment (Ökobilanz) - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Konzept der Nachhaltigkeit und den durch anthropogene Aktivitäten verursachten „Treibhauseffekt“ zu erläutern.</li> <li>• Sie können die Grundbegriffe des Life Cycle Assessment/der Ökobilanzierung beschreiben und die Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44 wiedergeben sowie Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften formulieren.</li> <li>• können Ergebnisse von Ökobilanzen kritisch hinterfragen und die angewendete Methodik, sowie Datenqualität bewerten.</li> <li>• sie können die Software Umberto® und die Datenbank Ecoinvent anwenden und sind in der Lage, eine stoffstrombasierte Ökobilanz selbst durchzuführen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeit und Produktlebenszyklus</li> <li>• Grundlagen der Ökobilanzierung (Methodik und Paxis)</li> <li>• Schritte einer Ökobilanz nach DIN ISO 14040/44</li> <li>• Erstellen einer Sachbilanz mit verschiedenen Allokationsmethoden</li> <li>• Wirkungsbilanz und Umweltindikatoren</li> <li>• Kritische Bewertung der Methodik, Datenbasis und Ergebnisse</li> <li>• Fallstudienarbeit</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Live-Online-Lehrveranstaltung mit projektorientierter Prüfungsform: Durchführung, Dokumentation und Präsentation einer LCA-Studie							
<b>Literatur</b>							
• M. Kaltschmitt, L. Schebek (Hrsg.): „Umweltbewertung für Ingenieure: Methoden und Verfahren“, Springer 2015							

**Modul: Life Cycle Assessment (Ökobilanz)****Module:** Life Cycle Assessment

- W. Klöpffer, B. Grahl: „Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice“, Wiley-VCH 2014 (Standardwerk)
- W. Klöpffer, B. Grahl: „Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf“, Wiley-VCH 2009 (Standardwerk)

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

# Modul: Machine Learning for Dynamical Systems

Module: Machine Learning for Dynamical Systems

<b>Type of module</b>		<b>Area of competence</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>		<b>Grading scale</b>	
PL	Projektorientierte Prüfungsform		5	Präsentatin 20 min + Projektbericht 10 Seiten		benotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Attendance study period</b>		42 h					
<b>Self-study time</b>		108 h					
<b>Module coordinator</b>		Prof. Dr. Abdulla Ghani					
<b>Lecturer</b>		Prof. Dr. Abdulla Ghani Prof. Dr. Abdulla Ghani					
<b>Institute</b>		Institut für Technische Verbrennung					
<b>Faculty</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Machine Learning for Dynamical Systems - Vorlesung				2	Projektorientierte		
Machine Learning for Dynamical Systems - Übung				1	Prüfungsform		
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				Programmiererfahrung mit Python und numerischer Methoden			
<b>Qualification goals</b>							
Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über Methoden des maschinellen Lernens. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, geeignete Verfahren des maschinellen Lernens für ingenieurwissenschaftliche Anwendungen zu identifizieren, diese Methoden fachgerecht anzuwenden und bestehende Modelle gezielt zu analysieren und zu optimieren.							
<b>Contents</b>							
Die Inhalte des Moduls werden zunächst theoretisch eingeführt und anschließend in praktischen Programmierübungen vertieft. Behandelt werden: – Grundlagen des maschinellen Lernens und Einführung in TensorFlow – Neuronale Netze und rekurrente neuronale Netze für Regressionsaufgaben – Faltungnetzwerke für Klassifikationsaufgaben - Autoencoder und Decoder – Physik-informierte neuronale Netze							
<b>Special features</b>							
Der Kurs wird als Blockveranstaltung angeboten und ist auf 16 Teilnehmer:innen beschränkt.							
<b>Literature</b>							
Abadi: TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Systems; Goodfellow: Deep Learning; O'Shea: An Introduction to Convolutional Neural Networks; Raissi: Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations;							
<b>Applicability in other degree programs</b>							
Maschinenbau M.Sc.;							

# Modul: Materialcharakterisierung und Simulation zur nachhaltigen Prozessentwicklung

Module: Material characterisation and simulation for sustainable process development

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Kai Brunotte					
<b>Institut</b>		Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Materialcharakterisierung und Simulation zur nachhaltigen Prozessentwicklung - Vorlesung				2	Klausur		
Materialcharakterisierung und Simulation zur nachhaltigen Prozessentwicklung - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt einen anwendungsbezogenen Einstieg in die Grundlagen der Materialcharakterisierung im Bereich der Umformtechnik.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studenten/-innen in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herausforderungen, Potentiale und Anforderungen für eine nachhaltige Prozessentwicklung zu beschreiben</li> <li>• Grundlagen der Umformtechnik und FE-Simulation zu erläutern</li> <li>• Relevanten Materialeigenschaften und dem Stand der Technik der zugehörigen Charakterisierungsmethoden anzuwenden</li> <li>• Experimentelle Versuche im Rahmen einer Prozessentwicklung auszuwählen und auszulegen</li> <li>• Experimentelle Versuchsdaten auszuwerten und zu interpretieren sowie Nutzung der Daten in Materialmodellen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Der Charakterisierung von Werkstoffen kommt bereits seit vielen Jahren eine bedeutende Rolle zu. Insbesondere im Hinblick auf eine effiziente und ressourcenschonende Entwicklung von Produkten sowie der Auslegung der benötigten Fertigungsprozessen ist die Kenntniss spezifischer Materialkennwerte erforderlich. Nach Definition der Herausforderungen und Potentiale einer nachhaltigen Produkt- und Prozessentwicklung bietet die Vorlesung grundlegende Einblicke zur Umformtechnik und FE-Simulation. Darauf aufbauend werden Grundlagen zu experimentellen Versuchen zur Materialcharakterisierung am Beispiel der Umformtechnik vorgestellt. Ein weiterer Fokus liegt auf der entsprechenden Auswertung und Interpretation experimenteller Versuchsdaten im Hinblick auf unterschiedliche Produktionsprozesse. Die Vorlesung wird begleitet von praxisnahen Übungseinheiten zur Aufnahme, Auswertung und Nutzung von Materialkennwerten.</p>							

## Modul: Materialcharakterisierung und Simulation zur nachhaltigen Prozessentwicklung

**Module:** Material characterisation and simulation for sustainable process development

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Mechatronische Systeme

Module: Mechatronic Systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	120 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel					
<b>Institut</b>		Institut für Mechatronische Systeme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Mechatronische Systeme - Vorlesung				2	Klausur		
Mechatronische Systeme - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Signale und Systeme, Maschinendynamik, Mess- und Regelungstechnik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt ein grundsätzliches, allgemeingültiges Verständnis für die Analyse und Handhabung mechatronischer Systeme.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von mechatronischen Systemen und die Wirkprinzipien der in mechatronischen Systemen eingesetzten Aktoren, Sensoren und Prozessrechner zu erläutern,</li> <li>• das dynamische Verhalten von mechatronischen Systemen im Zeit- und Frequenzbereich zu beschreiben und zu analysieren,</li> <li>• die Stabilität von dynamischen Systemen zu untersuchen und zu beurteilen,</li> <li>• modellbasierte Verfahren zur sensorlosen Bestimmung von dynamischen Größen zu erläutern und darauf aufbauend eine beobachtergestützte Zustandsregelung zu entwerfen, sowie</li> <li>• die vermittelten Verfahren und Methoden an praxisrelevanten Beispielen umzusetzen und anzuwenden.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundbegriffe mechatronischer Systeme</li> <li>• Aktorik: Wirkprinzipie elektromagnetischer Aktoren, Elektrischer Servoantrieb, Mikroaktork</li> <li>• Sensorik: Funktionsweise, Klassifikation, Kenngrößen, Integrationsgrad, Sensorprinzipien</li> <li>• Bussysteme und Datenverarbeitung, Mikrorechner, Schnittstellen</li> <li>• Grundlagen der Modellierung, Laplace- und Fourier-Transformation, Diskretisierung und Z-Transformation</li> <li>• Grundlagen der Regelung: Stabilität dynamischer Systeme, Standardregler - Beobachtergestützte Zustandsregelung, Strukturkriterien, Kalman Filter</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Begleitend zur Vorlesung und Übung wird ein freiwilliges Labor zur Vertiefung der behandelten Inhalte angeboten. Der Zugriff auf den Versuchsstand erfolgt dabei per Remotesteuerung, sodass die Versuche jederzeit am eigenen PC absolviert werden können. Die Durchführung der Versuche erfolgt in Kleingruppen. Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang</p>							

**Modul: Mechatronische Systeme****Module:** Mechatronic Systems

Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.

**Literatur**

Bodo Heimann, Amos Albert, Tobias Ortmaier, Lutz Rissing: Mechatronik. Komponenten - Methoden - Beispiele. Hanser Fachbuchverlag. Jan Lunze: Regelungstechnik 1 und 2. Springer-Verlag. Rolf Isermann: Mechatronische Systeme - Grundlagen. Springer Verlag.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Informatik B.Sc.; Informatik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mathematik M.Sc.; Mechatronik B.Sc.; Medizintechnik B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Physik M.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion

Module: Metrology for Sustainable Production

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Dozent-in</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Institut</b>		Institut für Mess- und Regelungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion - Vorlesung				2	Klausur		
Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Messtechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Grundlagen der Mess- und Prüftechnik in der Produktion.</p> <p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zentrale Methoden aus dem Bereich der Mess- und Prüftechnik zu erklären</li> <li>kennen die Bedeutung der Methoden der Mess- und Prüftechnik für prozessnahe Qualitätsregelkreise in unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfung.</li> <li>für unterschiedliche Anwendungsfälle zielführende Methoden der Mess- und Prüftechnik auszuwählen.</li> <li>Methoden der multimodalen Datenfusion und einer darauf aufbauenden Zustandsbeschreibung von Prozess bzw. Werkstück vertraut.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Die stetige Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Schaffung werterhaltender Materialkreisläufe sind wichtige Wegbereiter für die nachhaltige Produktion. In diesem Zusammenhang nehmen moderne Methoden der Mess- und Prüftechnik eine Schlüsselrolle bei der Optimierung von Herstellungsprozessen, der Steigerung von Effizienz und Ausbeute sowie der Reduzierung schädlicher Einflüsse auf die Umwelt ein. Von besonderer Bedeutung sind hierbei Multisensorsysteme, mit denen maßgeschneidert qualitätsbestimmende multimodale Bauteil- bzw. Prozessparameter im Sinne eines digitalen Zwillings erfasst werden können. Diese Parameter bilden die Grundlage für prozessnahe Qualitätsregelkreise über alle Wertschöpfungsstufen, von der Rohstoffgewinnung, über die Fertigung bis hin zur Produktregeneration bzw. zum Recycling. Konkrete Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Produktion von Komponenten für nachhaltige Technologien, wie Elektromobilität, Windenergie oder Solarenergie, geben im Rahmen dieses Moduls einen vertiefenden Einblick zum Einsatz aktueller Methoden der Mess- und Prüftechnik im industriellen Umfeld. Ausblickend wird zudem der aktuelle Stand der Forschung aus diesem Bereich mit Bezug zur nachhaltigen Produktion diskutiert.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
Marxer, Bach, Keferstein, Fertigungsmesstechnik – Alles zu Messunsicherheit, konventioneller Messtechnik und							

**Modul: Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion****Module:** Metrology for Sustainable Production

Multisensorik, Springer Vieweg, 10. Auflage (2021)

Schmitt, Dietrich, Handbuch der Messtechnik in der industriellen Produktion Carl Hanser Verlag, 1. Auflage (2023)

Schenk, Produktion und Logistik mit Zukunft, Springer Vieweg, 1. Auflage (2015)

Kranert, Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Springer Vieweg, 5. Auflage (2017)

Scholz, Pastoors, Becker, Hofmann, van Dun, Praxishandbuch Nachhaltige Produktentwicklung, Springer Gabler (2018)

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion

Module: Metrology for Sustainable Production

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Dozent-in</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Institut</b>		Institut für Mess- und Regelungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion - Vorlesung				2	Klausur		
Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Messtechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Grundlagen der Mess- und Prüftechnik in der Produktion.</p> <p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zentrale Methoden aus dem Bereich der Mess- und Prüftechnik zu erklären</li> <li>kennen die Bedeutung der Methoden der Mess- und Prüftechnik für prozessnahe Qualitätsregelkreise in unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfung.</li> <li>für unterschiedliche Anwendungsfälle zielführende Methoden der Mess- und Prüftechnik auszuwählen.</li> <li>Methoden der multimodalen Datenfusion und einer darauf aufbauenden Zustandsbeschreibung von Prozess bzw. Werkstück vertraut.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Die stetige Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Schaffung werterhaltender Materialkreisläufe sind wichtige Wegbereiter für die nachhaltige Produktion. In diesem Zusammenhang nehmen moderne Methoden der Mess- und Prüftechnik eine Schlüsselrolle bei der Optimierung von Herstellungsprozessen, der Steigerung von Effizienz und Ausbeute sowie der Reduzierung schädlicher Einflüsse auf die Umwelt ein. Von besonderer Bedeutung sind hierbei Multisensorsysteme, mit denen maßgeschneidert qualitätsbestimmende multimodale Bauteil- bzw. Prozessparameter im Sinne eines digitalen Zwillings erfasst werden können. Diese Parameter bilden die Grundlage für prozessnahe Qualitätsregelkreise über alle Wertschöpfungsstufen, von der Rohstoffgewinnung, über die Fertigung bis hin zur Produktregeneration bzw. zum Recycling. Konkrete Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Produktion von Komponenten für nachhaltige Technologien, wie Elektromobilität, Windenergie oder Solarenergie, geben im Rahmen dieses Moduls einen vertiefenden Einblick zum Einsatz aktueller Methoden der Mess- und Prüftechnik im industriellen Umfeld. Ausblickend wird zudem der aktuelle Stand der Forschung aus diesem Bereich mit Bezug zur nachhaltigen Produktion diskutiert.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
Marxer, Bach, Keferstein, Fertigungsmesstechnik – Alles zu Messunsicherheit, konventioneller Messtechnik und							

**Modul: Mess- und Prüftechnik in der nachhaltigen Produktion****Module:** Metrology for Sustainable Production

Multisensorik, Springer Vieweg, 10. Auflage (2021)

Schmitt, Dietrich, Handbuch der Messtechnik in der industriellen Produktion Carl Hanser Verlag, 1. Auflage (2023)

Schenk, Produktion und Logistik mit Zukunft, Springer Vieweg, 1. Auflage (2015)

Kranert, Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Springer Vieweg, 5. Auflage (2017)

Scholz, Pastoors, Becker, Hofmann, van Dun, Praxishandbuch Nachhaltige Produktentwicklung, Springer Gabler (2018)

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

## Modul: Mikro- und Nanotechnologie

Module: Micro- and Nano Technology

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz					
<b>Institut</b>		Institut für Mikroproduktionstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Mikro- und Nanotechnologie - Vorlesung				2	Klausur		
Mikro- und Nanotechnologie - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul erläutert die Grundlagen der Mikro- und Nanotechnologie und vermittelt Grundkenntnisse über die damit einhergehenden Fertigungsverfahren.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Voraussetzungen der mikrotechnologischen Fertigung zu erläutern,</li> <li>• Grundlegende Fertigungsverfahren der Mikro- und Nanotechnologie darzulegen und geeignete Verfahren für einzelnen Prozessschritte auszuwählen,</li> <li>• das Aufbau-Prinzip von mikrotechnologischen Systemen zu beschreiben,</li> <li>• Grundlagen der Reinraumtechnik zu erläutern,</li> <li>• Grundlagen der Vakuumtechnik zu erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse und Anlagen zur Herstellung von Mikrobauteilen in Dünnschichttechnik</li> <li>• Technologien zur Fabrikation von Mikrobauteilen in einem als „Frontend Prozess“ bezeichneten Waferprozess</li> <li>• Herstellung von Mikrobauteilen durch Einsatz von Beschichtungs-, Ätz- und Dotiertechniken in Verbindung mit Photolithographie.</li> <li>• Grundlagen der Vakuumtechnik</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
<p>BÜTTGENBACH, Stephanus. Mikromechanik: Einführung in Technologie und Anwendungen. Springer-Verlag, 2013.</p> <p>WAUTELET, Michel; HOPPE, Bernhard. Nanotechnologie. Oldenbourg Verlag, 2008.</p> <p>MENZ, Wolfgang; PAUL, Oliver. Mikrosystemtechnik für Ingenieure. John Wiley &amp; Sons, 2012.</p> <p>HEUBERGER, Anton. Mikromechanik. Berlin etc.: Springer, 1989.</p> <p>MADOU, Marc J. Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization. CRC press, 2002. GLOBISCH, Sabine. Lehrbuch Mikrotechnologie. Carl Hanser Verlag, 2011.</p>							

**Modul: Mikro- und Nanotechnologie****Module:** Micro- and Nano Technology**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Informatik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Nanotechnologie B.Sc.; Optische Technologien B.Sc.; Optische Technologien M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Nachhaltige Produktion: Automatisierung und Robotik in der Anwendung

Module: Sustainable production: automation and robotics in application

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz					
<b>Institut</b>		Institut für Montagetechnik und Industrierobotik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nachhaltige Produktion: Automatisierung und Robotik in der Anwendung - Vorlesung				2	Klausur		
Nachhaltige Produktion: Automatisierung und Robotik in der Anwendung - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul eröffnet den Studierenden einen praxisnahen Zugang zur Automatisierungstechnik in der Produktionstechnik. Sie erleben, wie Theorie und Praxis ineinandergreifen: von grundlegenden Konzepten bis hin zu realen Anwendungen in der Industrie. Anhand von Beispielen aus der Praxis sowie durch eigenständige Arbeit an einer modernen Fertigungszelle gewinnen die Studierenden konkrete Erfahrungen im Automatisieren technischer Prozesse.</p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Einsatz von Automatisierungstechnik kritisch zu reflektieren und fundiert zu bewerten,</li> <li>• einzelne Bestandteile einer Prozesskette zu erläutern und aktuelle Automatisierungsverfahren sicher zu benennen,</li> <li>• Zukunftstechnologien im Kontext einer nachhaltigen Produktion gezielt einzusetzen und deren Potenzial einzuschätzen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeit und Zielkonflikte in der modernen Produktion</li> <li>• Automatisierung mit Industrierobotern</li> <li>• Bewertung von Automatisierungsaufgaben und deren Umsetzung in der Praxis</li> <li>• Aufbau und Funktionsweise kompletter Prozessketten</li> <li>• Hands-on-Erfahrung mit Robotern und Fertigungszellen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Die Vorlesung ist in drei thematische Blöcke aufgeteilt. Zum Ende jedes Blockes gibt es die Möglichkeit an einer freiwilligen Praxiseinheit teilzunehmen. Hierbei bekommen die Studierenden die Möglichkeit das zuvor vermittelte Theoriewissen direkt anzuwenden. In den aufeinander aufbauenden Praxisteilen lernen die Studierenden zunächst eine Produktionszelle zu simulieren und anhand von Kenndaten zu bewerten. Das daraus gewonnene Wissen kann auf die reale Produktionszelle angewandt werden, welche im zweiten Praxisblock in Betrieb genommen wird. Abschließend wird ein Kamerasystem mit einem KI-Bildverarbeitungssystem verwendet, um den Studierenden zukunftsweisende Technologie hautnah zu präsentieren.</p>							

**Modul: Nachhaltige Produktion: Automatisierung und Robotik in der Anwendung****Module:** Sustainable production: automation and robotics in application

<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;

# Modul: Nachhaltige Verbrennungstechnik

Module: Sustainable Combustion Technology

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Laborveranstaltung			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker					
<b>Institut</b>		Institut für Technische Verbrennung					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nachhaltige Verbrennungstechnik - Vorlesung				2	Klausur		
Nachhaltige Verbrennungstechnik - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Nachhaltige Verbrennungstechnik - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der Verbrennungstechnik und ihre Anwendung.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Verbrennungen zu unterscheiden und im Detail zu beschreiben,</li> <li>• Verbrennungsvorgänge zu bilanzieren,</li> <li>• typische Anwendungsbeispiele für unterschiedliche Verbrennungstypen zu erläutern,</li> <li>• Potentiale zur Reduzierung von Schadstoffemissionen aufzuzeigen und zu bewerten,</li> <li>• Die Bedeutung und Möglichkeiten der nachhaltigen Verbrennung aufzuzeigen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung und Problematik der Verbrennung - auch für die nachhaltige Energiewende</li> <li>• Grundbegriffe, Grundlagen der Flammentypen und Flammenausbreitung</li> <li>• Stoffmengen-, Massen- und Energiebilanz</li> <li>• Reaktionskinetik und Zündprozesse</li> <li>• Laminare und turbulente Verbrennung</li> <li>• Flüssige und feste Brennstoffe</li> <li>• Alternative Brennstoffe</li> <li>• Schadstoffbildung</li> <li>• Flammenstabilisierung</li> <li>• Technische Anwendungen</li> <li>• Nachhaltige Verbrennungs-Ansätze</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Zum Modul gehört die Teilnahme an zwei Laborversuchen zur Wasserstoffverbrennung und zur laminaren Brenngeschwindigkeit. Es kann entweder die Veranstaltung "Nachhaltige Verbrennungstechnik" oder "Sustainable</p>							

**Modul: Nachhaltige Verbrennungstechnik****Module:** Sustainable Combustion Technology

Combustion" belegt werden. Beide zu belegen ist nicht möglich. Hier bitte auch beachten, ob das Modul in Ihrem Studiengang als Wahl oder Wahlpflicht anerkannt werden soll. Das englische Modul Sustainable combustion im Wintersemester ist nur als Wahlfach belegbar. Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.

**Literatur**

Dinkelacker, Leipertz: Einführung in die Verbrennungstechnik

Joos: Technische Verbrennung

Warnatz, Maas, Dibble: Verbrennung Turns: An Introduction to Combustion: Concepts and Application

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik B.Sc.; Energietechnik M.Sc.; Informatik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Technische Informatik M.Sc.; Umweltingenieurwesen M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Nachhaltige Wertschöpfungsketten in der Umformtechnik

Module: Sustainable value chains in forming technology

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Johanna Uhe					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Kai Brunotte					
<b>Institut</b>		Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nachhaltige Wertschöpfungsketten in der Umformtechnik - Vorlesung				2	Klausur		
Nachhaltige Wertschöpfungsketten in der Umformtechnik - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Aspekte der Nachhaltigkeit in der Umformtechnik sowie in umformtechnischen Wertschöpfungsketten.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Herausforderungen der Effizienzsteigerung in ressourcenintensiven umformtechnischen Wertschöpfungsketten analytisch zu erfassen und Lösungsansätze zu deren nachhaltigeren Auslegung zu bewerten und zu erarbeiten,</li> <li>• bestehende Herstellungsprozessrouten und praxisnahe umformtechnische Problemstellungen zu analysieren,</li> <li>• die Potentiale der Digitalisierung sowie der direkten Nutzung von Daten in umformtechnischen Prozessen aufzuzeigen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im aktuellen Kontext sich verkleinernder Stückzahlen bei steigender Anzahl der Derivate, wird eine losgrößenangepasste Auslegung der Prozessketten und zugehöriger Peripherie unter Einbindung des gesamten Produktlebenszyklus unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten dargestellt.</p> <p>Dabei steht die effiziente Verwendung sowie Nachnutzung bereitgestellter Energien und Ressourcen im Vordergrund. Der Energie- und Materialeinsatz in den verschiedenen Prozessschritten, wie z. B. der Erwärmung, der Umformung oder der Wärmebehandlung sowie verschiedene Möglichkeiten diesen zu reduzieren bzw. zu optimieren wird den Studierenden anhand praxisnaher Beispiele vermittelt.</p> <p>Neben der Darstellung umformtechnischer Konzepte werden auch interdisziplinäre Querschnittsthemen abgebildet, die einen Blick auf die Gesamtprozesskette zulassen. Dies beinhaltet die Digitalisierung und den Einsatz digitaler Medien in der Prozessauslegung, z. B. in Form von Ansätzen zur Berechnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, der Verwendung sog. Digitaler Zwillinge und der numerischen Simulation. Die Studierenden sollen schließlich für die nachhaltige Produktauslegung den Einsatz digitaler Medien wie FRED und die Möglichkeiten zur Integration von Mess- und Regelungstechnik und der daraus resultierenden Datenauswertung innerhalb hochautomatisierter Prozesse anwendungsspezifisch kennenlernen.</p>							

**Modul: Nachhaltige Wertschöpfungsketten in der Umformtechnik****Module:** Sustainable value chains in forming technology

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;

## Modul: Nutzung von Solarenergie

Module: Usage by solar power

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Dipl. Phys. Gerhard Kleiss					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Dipl. Phys. Gerhard Kleiss					
<b>Institut</b>		Institut für Elektroprozess Technik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nutzung von Solarenergie - Vorlesung				2	Klausur		
Nutzung von Solarenergie - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Studierenden sollen die Möglichkeiten und die Bedingungen der Nutzung solarer Energien erkennen und die verschiedenen Verfahren für die Anwendung auslegen können.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Wintersemester: Grundlagen und Motivation zur Nutzung regenerativer Energieträger, Solare Strahlung (Sonnenspektrum, Atmosphäreneinflüsse), Solarthermie (Grundlagen, solare Wärmeerzeugung, solarthermische Großkraftwerke), sowie Windenergie (Grundlagen zum Windpotential und zur Umwandlung von Windenergie in elektrische Energie, Einsatzmöglichkeiten).</p> <p>Im Sommersemester: Photovoltaik Grundlagen (inkl. rel. Aspekte der HL Physik, Herstellungsverfahren und Darstellung heutiger Technologien, Photovoltaik Systemtechnik (u.a. Wechselrichter, sowie Solarmodule und deren Betrieb), Wirtschaftlichkeit und Möglichkeiten der Speicherung, incl. BESS, Fragen der Netzanbindung.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
Die vollständige Vorlesung besteht aus einer Vorlesung im Wintersemester und einer Vorlesung im Sommersemester.							

**Modul: Nutzung von Solarenergie****Module:** Usage by solar power**Literatur**

Keine

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Optische Technologien M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung I

Module: Environmental Sustainability Assessment I

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Hausarbeit		5	20 Seiten Inhalt + Abbildungen etc.			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Sebastian Spierling					
<b>Dozent-in</b>		Dr.- Ing. Venkateshwaran Venkatachalam					
<b>Institut</b>		Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung I - Vorlesung				3	Hausarbeit		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Kenntnisse über die Nachhaltigkeitsbewertung (insbesondere die ökologischen Aspekte) von Produkten, Prozessen und Technologien. Die Methoden sowie praktische Anwendungen und Einsatzgebiete werden erläutert.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrifflichkeiten im Bereich Nachhaltigkeit zu definieren und zu erläutern,</li> <li>• Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeit zu benennen,</li> <li>• die Durchführung einer Ökobilanz nach ISO 14040/44 zu erläutern,</li> <li>• anforderungsgerechte Bilanzgrenzen festzulegen,</li> <li>• Ökobilanzen für Produkte und Prozesse zu analysieren,</li> <li>• Methoden zum Design for Recycling/Ecodesign und Circular Economy zu definieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeit, Sustainable Development Goals (SDGs) und Nachhaltigkeitsbewertung</li> <li>• Methoden zur Bewertung der unterschiedlichen Dimensionen der Nachhaltigkeit</li> <li>• Vorgehensweise zur Durchführung einer Ökobilanz nach ISO 14040-44 (Ziel- und Untersuchungsrahmen, Funktionelle Einheiten, Systemgrenzen, Sachbilanz und Datenerhebung, Wirkungsabschätzung (Midpoint und Endpoint), Auswertung, Szenarien- und Sensitivitätsanalysen)</li> <li>• Auswertung von Ökobilanzergebnissen</li> <li>• Fallbeispiele zu Ökobilanzen (insbesondere mit Fokus auf Kunststoffe)</li> <li>• Übersicht zu verfügbaren Softwaresystemen und Datenbanken</li> <li>• Ökobilanzen an der Schnittstelle zu Design for Recycling, Ecodesign, Circular Economy</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Hausarbeit als Prüfungsleistung. Achtung: Im Wintersemester findet die Vorlesung auf Englisch statt (Sustainability assessment I). Im Sommersemester wird der Kurs auf Deutsch (Nachhaltigkeitsbewertung I) unterrichtet. Bitte beachten Sie: Die Teilnehmerzahl ist auf 25 begrenzt. Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht</p>							

## Modul: Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung I

Module: Environmental Sustainability Assessment I

möglich.

### Literatur

Life Cycle Assessment Theory and Practice (ISBN 978-3-319-56475-3) Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products (ISBN 1118528271) Life Cycle Assessment (LCA) A Guide to Best Practice (ISBN 978-3-527-32986-1) EcoDesign Von der Theorie in die Praxis (ISBN 978-3-540-75437-4) Design for Sustainability (ISBN 9780429456510)

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme

Module: Planning and Design of Mechatronic Systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Benjamin Bergmann M. Sc. Henning Buhl					
<b>Institut</b>		Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme - Vorlesung				2	Klausur		
Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme - Übung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Technische Mechanik IV			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt einen Überblick über den gesamten Entwicklungsprozess mechatronischer Systeme unter besonderer Berücksichtigung praktischer Aspekte.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Methoden und Werkzeuge für die Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme situativ und zielgerichtet anzuwenden,</li> <li>• Herausforderungen zu antizipieren, die aus den unterschiedlichen Herangehensweisen der beteiligten Fachdisziplinen (Informatik, Maschinenbau, Elektrotechnik) resultieren und die Schnittstellen zwischen den Fachdisziplinen zu erläutern,</li> <li>• Konzepte für mechatronische Systeme auszuarbeiten und zu bewerten, und dabei neben technischen Kriterien auch den Einfluss nichttechnischer Aspekte wie Schutzrechte, Normen, Kosten und Organisation berücksichtigen,</li> <li>• mechatronische Systeme zu modellieren und deren Eigenschaften vorauszusagen und zu bewerten,</li> <li>• die Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung zu erläutern,</li> <li>• technische Randbedingungen der Teilsysteme (Antriebe, Messsysteme, Steuerungstechnik und Regelungstechnik) einzuschätzen und gegenüberzustellen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehen bei der Entwicklung mechatronischer Systeme</li> <li>• Informationsgewinnung und Konzepterstellung</li> <li>• Projektmanagement und Kostenmanagement</li> <li>• Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme</li> <li>• Softwaregestützte Entwicklung</li> <li>• Komponenten mechatronischer Systeme</li> </ul>							

**Modul: Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme****Module:** Planning and Design of Mechatronic Systems**Besonderheiten**

Zwei Vorlesungseinheiten werden von Gastdozenten aus der Wirtschaft gehalten. Veranstaltung beinhaltet u.a. Rechnerübungen

**Literatur**

Vorlesungsskript

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik B.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Planung und Errichtung von Windparks

Module: Design and Installation of Wind Farms

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP		6	Hausarbeit 25 Seiten, Vortrag 5 min, Diskussion 20 min			benotet
<b>Workload</b>		180 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		124 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Claudio Balzani					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Claudio Balzani Dr.-Ing. Patric Kleineidam					
<b>Institut</b>		Institut für Windenergiesysteme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Planung und Errichtung von Windparks - Vorlesung				2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ /		
Planung und Errichtung von Windparks - Hörsaalübung				2	VbP		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Dieses Modul vermittelt den Studierenden die unterschiedlichen Herausforderungen bei der Planung und der Errichtung von Windparks. Das Modul ist zweigeteilt in die Planung und Errichtung von Onshore- und Offshore-Windparks. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Schritte und Anforderungen des deutschen Genehmigungsverfahrens von Windparks erläutern,</li> <li>- eine Windstatistik auf Basis einer Windmessung erstellen,</li> <li>- ein Windparklayout erstellen und die Bedingungen für eine Layoutoptimierung erläutern,</li> <li>- den Energieertrag von Windparks berechnen,</li> <li>- standortbezogen Windenergieanlagen für Windparks auswählen,</li> <li>- den Installationsablauf von On- und Offshore-Windparks erläutern,</li> <li>- die Transportverfahren für einzelne Bauteile und die logistischen Problemstellungen benennen und erklären,</li> <li>- die Prozessabläufe und Sicherheitsaspekte bei der Errichtung von Windparks erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einleitung / Kursinhalte</li> <li>- Inhalte und Anforderungen des deutschen Genehmigungsverfahrens für Windparks</li> <li>- Grundsätze der Energieertragsermittlung</li> <li>- Standortbezogene Auswahl von Anlagentypen</li> <li>- Aspekte der Layoutoptimierung</li> <li>- Anforderungen an die werksseitige Fertigung von Komponenten für Windenergieanlagen an Land</li> <li>- Transportverfahren unterschiedlicher Gründungs- und Anlagentypen zum Offshore-Standort</li> <li>- Errichtung von Windparks: Logistische Fragestellungen, Prozessabläufe und Sicherheitsaspekte</li> </ul>							

**Modul: Planung und Errichtung von Windparks****Module:** Design and Installation of Wind Farms

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
Empfehlungen werden in der Lehrveranstaltung angegeben
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Produktionsmanagement und -logistik

Module: Production management and logistics

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur		5	90 min		benotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			42 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			108 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt				
<b>Institut</b>			Institut für Fabrikanlagen und Logistik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Produktionsmanagement und -logistik - Vorlesung				2	Klausur		
Produktionsmanagement und -logistik - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlegendes Verständnis produktionslogistischer Abläufe und Zusammenhänge, grundlegende betriebswirtschaftliche Kenntnisse. Interesse an Unternehmensführung und Logistik.			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul vermittelt die Grundlagen und Gestaltungsfelder des Produktionsmanagements, der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) sowie der technischen Unternehmens-Logistik und -IT.							
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche Zielgrößen in Produktionsunternehmen sowie der Aufgaben des Produktionsmanagements zu erläutern,</li> <li>• die logistischen Herausforderungen bei der Gestaltung der Produktionslogistik darzulegen,</li> <li>• logistischen Modelle sowie den darin abbildbaren Zusammenhängen und Zielkonflikte zu erläutern,</li> <li>• Modelle der PPS darzulegen sowie die hierin enthaltenen Hauptaufgaben und Wechselwirkungen zwischen diesen zu erläutern,</li> <li>• Produktionscontrolling als Werkzeug zur Beurteilung der produktionslogistischen Zielerreichung zu nutzen,</li> <li>• bestehende Unterstützungssysteme für das Produktionsmanagement sowie deren Implementierung und Einbindung in die Unternehmens-Systemlandschaft zu beschreiben.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle produktionslogistischer Prozesse zur Beschreibung logistischer Zusammenhänge in Lieferketten.</li> <li>• Funktionen, Strategien und Verfahren der Produktionsplanung und -steuerung</li> <li>• Ansätze des Produktionscontrollings - auch im Bezug auf Data Analytics</li> <li>• Gestaltungsfelder industrieller Lieferketten</li> <li>• technische Produktionslogistik</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
<a href="http://www.halimo.education">www.halimo.education</a> Lödding, H.: Verfahren der Fertigungssteuerung Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien							

**Modul: Produktionsmanagement und -logistik****Module:** Production management and logistics

Schmidt, M.; Nyhuis, P.: Produktionsplanung und -steuerung im Hannoveraner Lieferkettenmodell

Schuh, G.: Produktionsplanung und -steuerung 1

Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter [www.springer.com](http://www.springer.com) eine gratis Online-Version.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Informatik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Umweltingenieurwesen M.Sc.;

Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Renewable Energy Systems Planning**

Module: Renewable Energy Systems Planning

Type of module		Area of competence					
Wahlpflicht		Nachhaltige Systementwicklung					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1. Semester	Admission SoSe:	2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope		Grading scale	
PL	Hausarbeit		3	10-15 Seiten		benotet	
SL	Projektorientierte Prüfungsform		2	45 min		unbenotet	
Workload		150 h					
Attendance study period		42 h					
Self-study time		108 h					
Module coordinator		Prof. Dr. Tero Jaakko Tynjälä					
Lecturer		Prof. Dr. Tero Jaakko Tynjälä					
Institute		Institut für Thermodynamik					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Renewable Energy Systems Planning - Vorlesung				1	Hausarbeit		
Renewable Energy Systems Planning - Übung				2	Projektorientierte Prüfungsform		
Requirements for participation:			Recommended for participation:				
none			A background in basic thermodynamics, heat transfer and sustainable energy technologies is recommended				
Qualification goals							
<p>The module provides students with a fundamental understanding of renewable energy sources and the components of energy systems. Students will learn methods to estimate energy production potential and demand in specific regions. They will also learn to evaluate energy system efficiency, cost and sustainability.</p> <p>Upon completion of the module, students will be able to carry out energy system planning and analysis using energy system simulation software. They will understand the main principles of energy production and demand dynamics, as well as the role of different energy storage and energy infrastructures in ensuring stable system operation. In addition, students will be able to evaluate the effectiveness of different approaches to achieving a more sustainable energy system for a given region.</p>							
Contents							
<p>Each semester, core content is taught that covers the fundamentals of energy system planning, renewable energy sources, and energy system modelling. In addition, there will be a semester-dependent case study as a group assignment that needs to be solved and presented.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renewable energy sources (solar, wind, hydro, biomass)</li> <li>• Energy system components and their property parameters (efficiency/coefficient of performance, temperature level, costs)</li> <li>• Energy system dynamics (demand, production, storages)</li> <li>• Energy system modelling (unit operation models, process models, steady/dynamic models)</li> <li>• Energy system planning (availability of renewable energy sources, import/export possibilities, flexibility in production/consumption)</li> <li>• Energy system planning tools</li> <li>• Energy system analysis (technoeconomics, energy security, sustainability)</li> </ul>							

**Modul: Renewable Energy Systems Planning****Module:** Renewable Energy Systems Planning**Special features**

The module consists of virtual lectures in calendar weeks 15 to 21 (7 × 2 × 45 minutes), in-person tutorials and project plan presentations in calendar week 22 (4 × 5.25 hours), as well as a project assignment that must be completed by the end of calendar week 29.

**Literature**

Henrik Lund, Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of Fully Decarbonized Societies, 3rd Edition - Academic Press, 2024. ISBN: 978044314137.

Mika Järvinen, Hanna Paulomäki, Designing Renewable Energy Systems within Planetary Boundaries: A Textbook for Energy Engineers, Springer, 2025. Open Access <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-69856-9>

**Applicability in other degree programs**

Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;

## Modul: Ressourceneffiziente Konstruktionselemente

Module: Resource-Efficient Design Elements

<b>Modultyp</b>			<b>Kompetenzbereich</b>				
<b>Wahlpflicht</b>			<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>				
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Max Marian				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Max Marian				
<b>Institut</b>			Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Ressourceneffiziente Konstruktionselemente - Vorlesung				2	Klausur		
Ressourceneffiziente Konstruktionselemente - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Grundlagen zu Antrieben in unterschiedlichen Systemen.</p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls "Ressourceneffiziente Konstruktionselemente" in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Arten von Antrieben zu identifizieren und deren Funktionsweise zu beschreiben</li> <li>• dynamische Komponenten von Antrieben zu entwerfen und die erforderlichen Berechnungen zur Optimierung ihrer Leistung durchzuführen</li> <li>• Strategien zu entwickeln und umzusetzen, um Reibungsverluste und Verschleiß in dynamischen Antriebssystemen zu minimieren</li> <li>• die Grundprinzipien hybrider und elektrischer Antriebsstränge zu erklären und deren Komponenten zu analysieren</li> <li>• Fallstudien zu analysieren, um die Leistung und Effizienz von Hybrid- und Elektrofahrzeugantrieben zu bewerten und zu optimieren</li> <li>• den Prozess der Energiewandlung in Windkraftanlagen zu verstehen und die wichtigsten Komponenten zu beschreiben</li> <li>• die Hauptantriebsstrangkomponenten von Windenergieanlagen zu entwerfen und deren Leistung zu optimieren</li> <li>• die Auswirkungen von Betriebsfaktoren und Verstellmechanismen auf die Effizienz von Windenergieanlagen zu analysieren</li> <li>• Wartungs- und Überwachungsstrategien zu entwickeln, um die Ressourceneffizienz von Windenergieanlagen zu maximieren</li> <li>• verschiedene Getriebetypen zu identifizieren und deren spezifische Funktionen zu erklären</li> <li>• ressourceneffiziente Getriebe zu entwerfen, die den Energieverbrauch minimieren und die Lebensdauer maximieren</li> <li>• Übersetzungsverhältnisse zu berechnen und zu optimieren, um die Effizienz von Getrieben zu verbessern</li> <li>• Konzepte zur Reduzierung von Verschleiß und zur Planung von Wartungsmaßnahmen zu verstehen, um die Nachhaltigkeit von Getrieben zu gewährleisten</li> <li>• verschiedene Arten von Wälzlager und deren spezifische Anwendungen zu identifizieren und zu erklären</li> <li>• Wälzlager auszuwählen, die eine lange Lebensdauer und hohe Effizienz bieten</li> <li>• die Funktionsweise von Gleitlagern zu erklären und deren spezifische Anwendungen zu beschreiben</li> </ul>							

## Modul: Ressourceneffiziente Konstruktionselemente

Module: Resource-Efficient Design Elements

- geeignete Werkstoffe für Gleitlager auszuwählen, um Reibung zu minimieren und die Lebensdauer zu maximieren
- Methoden zur Zustandsüberwachung zu entwickeln und zu implementieren, um die Ressourceneffizienz von Gleitlagern zu gewährleisten
- den Energieverbrauch von Gleitlagern zu analysieren und Strategien zur Energieeinsparung zu entwickeln
- verschiedene Arten von Dichtungen zu identifizieren und deren Funktionen in Antriebssystemen zu erklären
- Dichtungen so zu entwerfen, dass sie effektiv arbeiten und zur Gesamteffizienz des Systems beitragen
- den Einfluss von Dichtungen auf die Effizienz von Antriebssystemen zu analysieren und Optimierungsstrategien zu entwickeln
- die verschiedenen Arten von Kupplungen und Bremsen zu identifizieren und deren Funktionen zu erklären
- Kupplungen und Bremsen zu entwerfen, die eine hohe Effizienz und lange Lebensdauer bieten
- die Grundlagen der Schmierung und deren Bedeutung für die Reduzierung von Reibung und Verschleiß zu verstehen
- nachhaltige Schmierpraktiken zu entwickeln und anzuwenden, um die Effizienz und Lebensdauer von Maschinenelementen zu verbessern

### Inhalte

- Dynamische Systeme und Antriebe (Überblick über verschiedene Arten von Antrieben, Konstruktion und Berechnung dynamischer Komponenten, Einfluss von Schmierung und Tribologie auf die Effizienz von Antrieben, Strategien zur Minimierung von Reibungsverlusten und Verschleiß)
- Fahrzeugantriebstechnik (Grundlagen hybrider und elektrischer Antriebsstränge, Fallstudien zu Hybrid- und Elektrofahrzeugantrieben)
- Antriebsstränge in Windenergieanlagen (Überblick über die Energiewandlung in Windkraftanlagen, Konstruktion und Optimierung der Hauptantriebsstrangkomponenten, Einfluss von Betriebsfaktoren und Verstellmechanismen, Wartung und Zustandsüberwachung zur Ressourceneffizienz)
- Grundlagen von Getriebesystemen (Überblick über Getriebetypen und deren Funktionen, Konstruktionsprinzipien für ressourceneffiziente Getriebe, Berechnung und Optimierung von Übersetzungsverhältnissen, Verschleiß- und Wartungskonzepte zur Nachhaltigkeit)
- Wälzlager (Arten und Anwendungen von Wälzlagern, Konstruktion für Langlebigkeit und Effizienz, Schmierungsmethoden zur Reduzierung von Reibung und Verschleiß)
- Gleitlager (Prinzipien von Gleitlagern und deren Anwendungen, Werkstoffauswahl zur Reduzierung von Reibung und Erhöhung der Lebensdauer, Zustandsüberwachung zur Ressourceneffizienz, Analyse des Energieverbrauchs und potenzieller Einsparungen)
- Dichtungen und Dichtungstechnologien (Arten von Dichtungen in Antriebssystemen, Konstruktive Überlegungen für effektive Dichtungen, Einfluss von Dichtungen auf die Gesamteffizienz des Systems)
- Kupplungen und Bremsen (Funktion und Arten von Kupplungen und Bremsen, Konstruktion für Effizienz und Langlebigkeit, Methoden zur Reduzierung von Verschleiß und Verbesserung der Leistung)
- Tribologie und Schmierungstechnik (Grundlagen der Schmierung und ihre Rolle bei der Reduzierung von Reibung und Verschleiß, Nachhaltige Schmierpraktiken)

### Besonderheiten

keine

### Literatur

- Steinhilper, W. und Sauer, B.: Konstruktionselemente des Maschinenbaus Bd. 1 u. 2, Springer-Verlag 2005.
- Roloff/Matek: Maschinenelemente, Vieweg+Teubner Verlag 2013
- Hoischen, H.: Technisches Zeichnen, Cornelsen Verlag 2007;
- Steinhilper, W. und Sauer, B.: Konstruktionselemente des Maschinenbaus Bd. 1 u. 2, Springer-Verlag 2005.
- Berman, Rosenkranz, Marian: Fundamental and Practical Aspects of Tribology, CRC Press, Taylor & Francis, 1. Edition, 2024

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

**Modul: Robotergestützte Montageprozesse**

Module: Robot-assisted assembly processes

Type of module		Area of competence					
Wahlpflicht		Nachhaltige Produktion					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
WiSe/SoSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1/2. Semester	Admission SoSe:	1/2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope			Grading scale
PL	Written exam / Oral exam		5	120 min / 20 min			graded
Workload		150 h					
Attendance study period		84 h					
Self-study time		66 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz					
Lecturer		Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz					
Institute		Institut für Montagetechnik und Industrierobotik					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Robotergestützte Montageprozesse - Vorlesung				2	Written exam / Oral exam		
Robotergestützte Montageprozesse - Hörsaalübung				2			
Robotergestützte Montageprozesse - Tutorium				2			
Requirements for participation:			Recommended for participation:				
none			Programmierkenntnisse. Vorkenntnisse im Bereich der Robotik: Industrieroboter für die Montagetechnik oder Robotik 1 / 2.				
Qualification goals							
<p>The module teaches the theoretical and practical basics of implementing robot-assisted assembly using a realistic problem as an example.</p> <p>After successfully completing the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• design and lay out a robot-assisted assembly cell for a specific application,</li> <li>• simulate assembly processes using Visual Components software,</li> <li>• program different robots using manufacturer-specific software (e.g., Kuka WorkVisual, ABB RobotStudio),</li> <li>• understand and apply the basics of PLC programming (e.g., Siemens STEP 7),</li> <li>• solve problems (with regard to automated assembly tasks) within a team.</li> </ul>							
Contents							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setting up an assembly cell</li> <li>• Simulating an assembly process</li> <li>• Sensor integration</li> <li>• Robot programming (Kuka and ABB)</li> <li>• PLC programming (Siemens STEP 7)</li> </ul>							
Special features							
Die Zahl der Teilnehmenden ist auf 20 Personen beschränkt. 10 Plätze für Bachelorstudierende und 10 Plätze für Masterstudierende. Die Zuweisung erfolgt im Losverfahren.							
Literature							
keine							
Applicability in other degree programs							
AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

# Modul: Spanen - Modelle, Methoden und Innovationen

Module: Machining Processes

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Benjamin Bergmann					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena					
<b>Institut</b>		Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Spanen - Modelle, Methoden und Innovationen - Vorlesung				2	Klausur		
Spanen - Modelle, Methoden und Innovationen - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundzüge der Konstruktionslehre; Einführung in die Produktionstechnik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt einen Überblick über die physikalischen, technologischen und wirtschaftlichen Grundlagen der spanenden Bauteilbearbeitung.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kinetische und kinematische Ansätze bei spanenden Fertigungsverfahren zu erstellen und zu verstehen.</li> <li>• Kräfte, Energieumsetzung und Temperaturverteilung bei spanenden Fertigungsverfahren zu beurteilen.</li> <li>• Analysen und Modellierungsmethoden zur Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen bei spanenden Fertigungsverfahren einzusetzen und zu beurteilen.</li> <li>• geeignete Schneidstoffe unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten für spanende Fertigungsverfahren zu bestimmen.</li> <li>• geeignete Kühlschmierstrategien bei spanenden Fertigungsverfahren einzusetzen.</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen der Bearbeitungsverfahren Schleifen, Hochgeschwindigkeitszerspannung und Hartbearbeitung zu kennen und zu beurteilen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Zerspantechnik</li> <li>• Spanbildung</li> <li>• Spanformung</li> <li>• Kräfte beim Spanen</li> <li>• Energieumsetzung und Kühlschmierung</li> <li>• Verschleiß und Schneidstoffe</li> <li>• Schleifen</li> <li>• Hochgeschwindigkeitsspanen</li> <li>• Hartbearbeitung</li> <li>• Oberflächen und Randzoneneigenschaften</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Die Übung wurde in Zusammenarbeit mit einem Automobilhersteller erstellt. Sie erläutert u. a. die industriellen Anforderungen an einen Zerspanprozess.							

**Modul: Spanen - Modelle, Methoden und Innovationen****Module:** Machining Processes**Literatur**

Denkena, Berend; Toenshoff, Hans Kurt: Spanen – Grundlagen, Springer Verlag Heidelberg, 3. Auflage 2011.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**LbS/Metalltechnik M.Ed.; Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;  
Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Sustainable Combustion**

Module: Sustainable Combustion

Type of module		Area of competence					
Wahlpflicht		Nachhaltige Energiesysteme					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
WiSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1/2. Semester	Admission SoSe:	1/2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope		Grading scale	
PL	Written exam / Oral exam		4	90 min/20 min		graded	
SL	Academic achievement		1	Laboratory		ungraded	
Workload		150 h					
Attendance study period		56 h					
Self-study time		94 h					
Module coordinator		Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker					
Lecturer		Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker					
Institute		Institut für Technische Verbrennung					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Sustainable Combustion - Vorlesung				2	Written exam / Oral exam		
Sustainable Combustion - Hörsaalübung				1	Academic achievement		
Sustainable Combustion - Labor				1			
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
keine				Thermodynamics I			
Qualification goals							
<p>The modul teaches the fundamentals of combustion together with its implication to the questions of environmental impact and the challenges in this respect.</p> <p>After successfully completing the course, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know about the challenges of combustion with respect to environmental topics,</li> <li>• differentiate between types of combustion and describe different types in detail,</li> <li>• make up the balance for combustion processes,</li> <li>• explain typical examples of applications for various types of combustion,</li> <li>• identify potentials for reducing emissions and to evaluate them,</li> <li>• be able to discuss the potentials and challenges of sustainable fuels with respect to the environmental impact for different application fields.</li> </ul>							
Contents							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance and problems of combustion - also for sustainable energy</li> <li>• Fundamentals, types and spread of flames</li> <li>• Balance of amount of substance, mass and energy</li> <li>• Chemical kinetics and ignition processes</li> <li>• Laminar and turbulent combustion</li> <li>• Liquid and solid fuels - Sustainable fuels</li> <li>• Emissions</li> <li>• Technical applications</li> <li>• Sustainable combustion approaches</li> </ul>							
Special features							
The course contains a laboratory experiment. The content of the lecture is rather similar to the German lecture Nachhaltige Verbrennungstechnik. Only one of them can be selected.							

**Modul: Sustainable Combustion****Module:** Sustainable Combustion**Literature**

Turns: An Introduction to Combustion: Concepts and Application - Warnatz, Maas, Dibble: Combustion

**Applicability in other degree programs**

AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Technik-Ethik-Digitalisierung - Verantwortungsvolles Handeln in den Ingenieurwissenschaften

Module: Technology-Ethics-Digitalization - Acting responsibly in engineering

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
SL	Studienleistung		5	90 min			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		28 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		122 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Michael Rehe Simon Alexander Wagner					
<b>Institut</b>		Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Technik-Ethik-Digitalisierung - Verantwortungsvolles Handeln in den Ingenieurwissenschaften - Seminar				2	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>In einer zunehmend technisierten und digitalisierten Welt ist die ethische Verantwortung von Ingenieurinnen und Ingenieure zentral für eine nachhaltige und gesellschaftlich verträgliche Entwicklung technischer Lösungen. Die Studierenden setzen sich interaktiv mit ihrer ethischen Verantwortung als Ingenieurinnen und Ingenieure auseinander und reflektieren verschiedene Perspektiven auf Technik und Digitalisierung unter ethischen Gesichtspunkten. Sie erarbeiten sich einen persönlichen ethischen Kompass, der ihnen im ingenieurwissenschaftlichen Handeln als Orientierung dient. Diskutiert werden ethische, soziale und ökologische Aspekte verschiedener technischer Themenfelder. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre Rolle als Ingenieurinnen und Ingenieure unter ethischen Gesichtspunkten kritisch zu reflektieren,</li> <li>• ethische Maßstäbe bei technikbezogenen Entscheidungen und Bewertungen anzuwenden,</li> <li>• auf Basis ethischer Überlegungen kreative und verantwortungsbewusste technische Lösungen zu entwickeln,</li> <li>• ethische Fragestellungen im Kontext technischer Entwicklungen selbstständig zu identifizieren, zu analysieren und klar zu kommunizieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Ethik mit praxisorientiertem Fokus,</li> <li>• ausgewählte ethische Grundsätze und Leitlinien (z. B. die ethischen Grundsätze des VDI),</li> <li>• Ethiktypen</li> <li>• Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung (z. B. nach VDI 3780),</li> <li>• Fragen der Verantwortung von Ingenieur*innen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Das Seminar ist auf 30 Plätze begrenzt.							
<b>Literatur</b>							
Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben und über Stud.IP bereitgestellt.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;							

# Modul: Technoökonomische Analyse von Wasserstoffenergiesystemen

Module: Techno-Economic Analysis of Hydrogen Energy Systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch/Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Hausarbeit		3	Report (8-12) pp + presentation			benotet
SL	Projektorientierte Prüfungsform		2	20 min			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
<b>Institut</b>		Institut für Thermodynamik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Technoökonomische Analyse von Wasserstoffenergiesystemen - Vorlesung				2	Hausarbeit		
Technoökonomische Analyse von Wasserstoffenergiesystemen - Übung				1	Projektorientierte Prüfungsform		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
none				Successful completion of Bachelor modules in Technical Thermodynamics (mandatory), Heat & Mass Transfer, and Process Engineering			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Upon successful completion of the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>describe and compare the most important hydrogen production, densification, storage and transport technologies,</li> <li>perform energy and material balances for hydrogen systems,</li> <li>model simple hydrogen densification and regasification processes using process simulation software,</li> <li>apply established cost estimation techniques (Guthrie, Turton, CEPCI) and calculate CAPEX and OPEX,</li> <li>determine the Levelized Cost of Hydrogen Transport (LCoHT) and carry out sensitivity analyses,</li> <li>critically evaluate scientific literature and industrial case studies in the hydrogen economy,</li> <li>independently develop a simplified techno-economic study of a hydrogen value chain and present the results clearly.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>The module provides a comprehensive introduction to the techno-economic analysis of hydrogen-based energy systems with focus on production (electrolysis, SMR+CCS), densification (liquefaction, compression), long-distance transport (LH2, LOHC, ammonia), storage, regasification and final utilization. Students learn to apply thermodynamic fundamentals, process simulation tools (Aspen Plus, DWSIM or equivalent) and established cost estimation methods (CAPEX/OPEX, LCoHT, WACC, CEPCI) to real hydrogen value chains. Core topics include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Hydrogen value chains and color codes</li> <li>Production technologies and efficiencies</li> <li>Densification cycles (Claude, mixed refrigerant)</li> <li>Storage and transport options (LH2, ammonia, LOHC)</li> <li>Process simulation and energy balances</li> <li>Techno-economic assessment methods</li> <li>Levelized Cost of Hydrogen Transport (LCoHT)</li> <li>Sensitivity and scenario analysis</li> </ol>							

## Modul: Technoökonomische Analyse von Wasserstoffenergiesystemen

Module: Techno-Economic Analysis of Hydrogen Energy Systems

The module is accompanied by a hands-on software workshop and a final group project based on a simplified real-world hydrogen export / import corridor.

### Besonderheiten

- The module is taught in English and German.
- A couple of computer-based workshops (DWSIM + Excel + Matlab with AI) are integrated.
- Each group (3–5 students) needs to develop a hydrogen densification cycle using DWSIM as a middle-class project.
- The final project (group work, 3–5 students) consists of a written report (8–12 pages) and an oral presentation (12 min + discussion).

### Literatur

- Restelli, F.; Spatolisano, E.; Pellegrini, L.A.; Roccaro, E.; Lainati, A. (2024) Liquefied hydrogen value chain: A detailed techno-economic evaluation for its application in the industrial and mobility sectors, Int. J. Hydrogen Energy — DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.10.107.
- IEA (2024) Global Hydrogen Review 2024, International Energy Agency — Web: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>
- IRENA (2020) Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up electrolyzers to meet the 1.5°C climate goal (and follow-up reports) — PDF/Web: <https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction>
- Turton, R.; Shaeiwitz, J.A.; Bhattacharyya, D.; Whiting, W.B. (5th ed., 2021) Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Pearson — ISBN: 9780137459483.
- Cardella, U.; Decker, L.; Klein, H. (2017) Economically viable large-scale hydrogen liquefaction, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 171:012013 — DOI: 10.1088/1757-899X/171/1/012013.
- Hydrogen Council (2022) Global Hydrogen Flows — Web: <https://hydrogencouncil.com/en/global-hydrogen-flows/>

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Maschinenbau M.Sc.;

## Modul: Verbrennungsmotoren II - Zukünftige Konzepte

Module: Internal Combustion Engines II- Future Concepts

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	30 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Laborveranstaltung		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr. Friedrich Dinkelacker				
<b>Dozent-in</b>			Dr.-Ing. Hauke Hansen				
<b>Institut</b>			Institut für Technische Verbrennung				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Verbrennungsmotoren II - Zukünftige Konzepte - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Verbrennungsmotoren II - Zukünftige Konzepte - Übung				1	Studienleistung		
Verbrennungsmotoren II - Zukünftige Konzepte - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Verbrennungsmotoren I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse der innermotorischen Prozesse von Verbrennungsmotoren.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus den vertieften Kenntnissen aktuellen technischen Konzepten, Möglichkeiten für die Motorenentwicklung abzuleiten,</li> <li>• moderne Ansätze der motorischen Verbrennung zu erläutern,</li> <li>• aktuelle Fragestellungen aus der Praxis zu behandeln,</li> <li>• Lösungsansätze für Anforderungen der aktuellen Diskussion der Anwendung von Verbrennungsmotoren (beispielsweise in Schiffen, stationären Anlagen) sowie in der Mobilität und die Emissionsgesetzgebung zu diskutieren und zu entwickeln.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungswechsel</li> <li>• Aufladung</li> <li>• Benzindirekteinspritzung</li> <li>• Homogene und teilhomogene Brennverfahren</li> <li>• Einspritzsysteme</li> <li>• Nutzfahrzeugmotoren</li> <li>• Gasmotoren - inklusive H2-Motoren</li> <li>• Motormesstechnik</li> <li>• Laborversuche zu Schadstoffemissionen und Prüfstandsautomatisierung</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Zum Modul gehört die aktive Teilnahme an zwei Motorprüfstandsversuchen. Die Prüfung enthält schriftlichen und							

**Modul: Verbrennungsmotoren II - Zukünftige Konzepte****Module:** Internal Combustion Engines II- Future Concepts

mündlichen Anteil. Im mündlichen Teil wird eine Kurzpräsentation über ein selbstgewähltes aktuelles Thema aus dem Bereich der Verbrennungsmotoren verlangt. Hörsaalübungen sind in Vorlesung integriert.

**Literatur**

Motortechnische Zeitschrift (MTZ) sowie Fachbücher Verbrennungsmotoren

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Wärmepumpen und Kälteanlagen

Module: Heat pumps and Refrigeration cycles

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahlpflicht</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
SL	Labor		1	Protokoll			unbenotet
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Markus Richter				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Markus Richter				
<b>Institut</b>			Institut für Thermodynamik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Wärmepumpen und Kälteanlagen - Vorlesung				2	Klausur		
Wärmepumpen und Kälteanlagen - Übung				1	Labor		
Wärmepumpen und Kälteanlagen - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik I und Thermodynamik II			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Kenntnisse zu Kreisprozessen zur kontinuierlichen Bereitstellung von Kälte und/oder Wärme. Dazu werden verschiedene Wärmepumpen-Verfahren vorgestellt und im Detail erläutert.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise verschiedener Maschinen zur Kälte- und Wärmeerzeugung erläutern,</li> <li>• Kreisprozesse der vorgestellten Kältemaschinen zu beschreiben,</li> <li>• effizienzsteigernde Maßnahmen zu identifizieren,</li> <li>• Anlagenkomponenten der Kältemaschinen und deren Zusammenwirken wiederzugeben,</li> <li>• die Umweltrelevanz verschiedener Kältemittel einzuordnen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Grundaufgabe der Heiz- und Kältetechnik, Übersicht von Verfahren zur Kälteerzeugung, Grundlagen zu relevanten Kreisprozessen, Dampf- Kompressionskältemaschine, Bauarten und theoretische Grundlagen zu Kompressoren und Verdampfer, Kältemittel und Öl, Prinzip der Absorptionskältemaschine, Tieftemperaturtechnik: Gasverflüssigung mit Linde- und Stirling-Prozess.</p> <p>Weiterhin zwei Laboreinheiten, in welchen die Studierenden in Kleingruppen Verfahren zur Kältebereitstellung untersuchen.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Selbstverständlich behalten Studierende, welche in einem Semester die Studienleistung oder die Prüfung bestanden haben, die ECTS für folgende Semester. Die Note erstreckt sich jedoch auf das Gesamtmodul. Erst wenn auch die Studienleistung bestanden ist, kann das Modul abgeschlossen werden. Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.</p>							

**Modul: Wärmepumpen und Kälteanlagen****Module:** Heat pumps and Refrigeration cycles**Literatur**

Baehr, H.D. und Kabelac, S.: Thermodynamik, 16. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer-Verl. 2016  
Bonin, J.: Handbuch Wärmepumpen. 3. Aufl. Berlin: Beuth-Verlag 2017

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Wind Energy Technology I

Module: Wind Energy Technology I

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahlpflicht</b>			<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch	6	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>			<b>Grading scale</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP		5	20 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Hausübung, Online-Fragebögen, Zeitaufwand 30 h			unbenotet

<b>Workload</b>	180 h
<b>Attendance study period</b>	56 h
<b>Self-study time</b>	124 h
<b>Module coordinator</b>	Dr.-Ing. Claudio Balzani
<b>Lecturer</b>	Dr.-Ing. Claudio Balzani
<b>Institute</b>	Institut für Windenergiesysteme
<b>Faculty</b>	Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Structure of the module</b>		
<b>Title and form of the course</b>	<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>
Wind Energy Technology I - Vorlesung	2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ /
Wind Energy Technology I - Übung	2	VbP
		Studienleistung

<b>Requirements for participation:</b>	<b>Recommended for participation:</b>
none	none

**Qualification goals**

This module is the first of two modules that introduce to the foundations of design, planning and operation of wind turbines. After successful completion of the module students can

- explicate the components of a wind turbine and explain their functionalities,
- explain the physics of the wind & calculate the energy yield for given boundary conditions,
- conduct an aerodynamic design of rotor blades for optimum conditions,
- utilize and explain the blade element method and the steady-state blade element momentum theory,
- compare the behavior of fast and slow running turbines,
- judge the significance of different loss types for different turbine configurations,
- compile a power curve,
- explicate different control strategies for power limitation,
- judge scaling boundaries on the basis of the similarity theory,
- explicate advantages and deficiencies of different drive train concepts,
- explain the requirements of turbine certification,
- describe different support structures of offshore wind turbines and explain their functionalities.

**Contents**

- Introduction and history of wind turbine design
- Wind physics and energy yield assessment
- Aerodynamic, mechanical and electrical design of wind turbines,
- Design of wind turbines according to Betz and Schmitz theory,
- Characteristic diagrams and partial load behavior,
- Compilation of a power curve,
- Control strategies for power limitation,
- Scaling and similarity theory

**Modul: Wind Energy Technology I****Module:** Wind Energy Technology I

- Offshore wind energy
<b>Special features</b>
In case there are enough participants, an excursion on voluntary basis will take place. The course is given in English in summer semesters. A German version is offered in winter semesters.
<b>Literature</b>
- Gasch, R.; Twele, J.: Wind Power Plants - Fundamentals, Design, Construction and Operation, Springer Berlin Heidelberg, 2012 - Further literature will be communicated during the lecture.
<b>Applicability in other degree programs</b>

**Modul: Advanced and Applied Heat Transfer**

Module: Advanced and Applied Heat Transfer

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Energiesysteme					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1. Semester	Admission SoSe:	2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind				ECTS	Duration / Scope	Grading scale	
PL	Muendliche Pruefung			4	30 min	benotet	
SL	Studienleistung			1	Labortag	unbenotet	
Workload		150 h					
Attendance study period		42 h					
Self-study time		108 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
Lecturer		M. Sc. Robin Kahlfeld					
Institute		Institut für Thermodynamik					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Advanced and Applied Heat Transfer - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Advanced and Applied Heat Transfer - Übung				1	Studienleistung		
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
none				Wärmeübertragung 1 (Lecture of basics of heat exchanger)			
Qualification goals							
<p>The module provides a fundamental understanding of the overall design and evaluation of a heat exchanger as an example of a process engineering plant component. After successful completion, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Describe advanced heat transfer processes.</li> <li>- Design a heat exchanger using numerical methods.</li> <li>- Design experiments for characterizing heat exchangers and use the results for modeling.</li> </ul>							
Contents							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repeating the fundamentals of heat transfer with an extended focus to boiling and condensation</li> <li>- Thermal design of heat exchangers using the P-NTU method</li> <li>- Pressure loss calculation for flow geometries</li> <li>- Presentation of guidelines for the strength-related design of pressure vessels</li> <li>- Numerical methods such as FEM-based strength calculation and CFD/CHT simulations for the design of heat exchangers</li> <li>- Experimental work in the field of thermal sciences based on optimal experimental design</li> <li>- Practical laboratory work for the characterization of a heat exchangers</li> </ul>							
Special features							
The laboratory is only available during the semester in which the lecture is held, and the exam can also be taken in the opposite semester.							
Literature							
<p>(1) Shah, R. K., &amp; Sekulić, D. P. (2003). Fundamentals of heat exchanger design. John Wiley-Interscience. <a href="https://doi.org/10.1002/9780470172605">https://doi.org/10.1002/9780470172605</a></p> <p>(2) VDI Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (Ed.). (2010). VDI heat atlas (2nd ed.). Springer. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-540-77877-6Martin">https://doi.org/10.1007/978-3-540-77877-6Martin</a> H, Wärmeübertrager, Stuttgart, Thieme-Verlag, 1988</p>							
Applicability in other degree programs							
Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

**Modul: Aktuelle Satellitenmissionen**

Module: Recent satellite gravity missions

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	15 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	anerkannte Übung		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller				
<b>Institut</b>			Institut für Erdmessung				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Aktuelle Satellitenmissionen - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Aktuelle Satellitenmissionen - Übung				2	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Methoden und Anwendungen der physikalischen Geodäsie			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse über gedätische Satellitenmissionen zur Schwerefeldbestimmung und deren Rolle in der Geodäsie und den Geowissenschaften.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die Funktionsweise verschiedener gedätischer Satellitenmissionen erläutern. Die Studierenden sind in der Lage die Nutzbarkeit der verschiedenen Missionen in Hinblick auf unterschiedliche Fragestellungen zu beurteilen. Sie können den Beitrag der Missionen zur Bestimmung von Schwerefeldgrößen im System Erde einordnen und Anwendungsbeispiele erläutern.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Methoden der hochauflösenden Gravitationsfeldbestimmung (z.B. Gradiometrie, Satellite-to-Satellite Tracking, Altimetrie); Aktuelle und neue Konzepte für die Schwerefeldbestimmung;</p> <p>Satellitenmissionen: CHAMP, GRACE(-FO), GOCE; künftige Missionen</p> <p>Technische Realisierung, Fehlerquellen, Ergebnisse;</p> <p>Anwendungen/Nutzen eines zeitlich und räumlich hochgenauen Gravitationsfeldes;</p> <p>Wechselwirkung zur Erdrotation.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
Der Kurs wird in englischer Sprache angeboten, wenn nicht-deutschsprachige Studierende teilnehmen.							
<b>Literatur</b>							
Torge, W., Müller, J., Pail, R.: Geodesy (5th edition), de Gruyter Berlin/Boston 2023							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							

# Modul: Anlagenmanagement

Module: Systems Management

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	20 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Literaturrecherche		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			42 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			108 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Rouven Nickel				
<b>Dozent-in</b>			Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Rouven Nickel				
<b>Institut</b>			Institut für Fabrikanlagen und Logistik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Anlagenmanagement - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Anlagenmanagement - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Interesse an Unternehmensführung und Logistik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt spezifische Kenntnisse über die Phasen und Strategien des Anlagenmanagements entlang des Lebenszyklus einer Produktionsanlage.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Begriffe des Anlagen- und Instandhaltungsmanagements fachlich korrekt einzuordnen, die unterschiedlichen Phasen des Anlagenmanagements, von der Anlagenplanung und -beschaffung über den Anlagenbetrieb und -instandhaltung bis zur Anlagenmusterung und -nachnutzung, zu erläutern, die grundlegenden Kenngrößen für die Beurteilung von Anlagen im Betrieb zu berechnen und zu interpretieren wie bspw. die Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Overall Equipment Effectiveness und Produktivität, praxisnahe Methoden des strategischen und operativen Instandhaltungsmanagements anzuwenden, unterschiedliche Nachnutzungsstrategien für die Anlagenmusterung zu erarbeiten und zu bewerten.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Im Rahmen des Moduls werden u. a. folgende Schwerpunkte behandelt:</p> <p>"Wie erreiche ich langfristig meine Ziele in der Produktion und wie lassen sie sich kurzfristig messen?"</p> <p>"Wie treffe ich Entscheidungen im Falle von Neu- oder Ersatzinvestitionen?"</p> <p>"Wann gelange ich schnell zu einem stabilen Produktionsprozess?"</p> <p>"Wie führe ich erfolgreich ein Team im laufenden Produktionsalltag?"</p> <p>"Wie organisiere ich die Instandhaltung meiner Anlagen?"</p> <p>"Wie können digitale Technologien und KI-Methoden bei der Instandhaltung unterstützen?"</p> <p>"Welche Möglichkeiten der Verwendung und Verwertung einer Produktionsanlage bestehen?"</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Die Vorlesung findet in den Räumlichkeiten des IPH statt. Als industrienahes Institut verbindet das IPH Forschung und Praxis und ist in zahlreichen Beratungsprojekten im industriellen Kontext aktiv. Der Dozent arbeitet als Führungskraft in einem deutschen Konzern und verbindet im Rahmen der Veranstaltung theoretische Inhalte vor einem praktischen Hintergrund mit konkreten aktuellen Beispielen.</p>							

**Modul: Anlagenmanagement****Module:** Systems Management<http://www.iph-hannover.de>**Literatur**

Vorlesungsskript;

Prof. Dr. Ing. habil. P. Nyhuis: Anlagenmanagement

Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter [www.springer.com](http://www.springer.com) eine Gratis Online-Version.**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

**Modul: Artificial Intelligence for Production Engineering**

Module: Artificial Intelligence for Production Engineering

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Produktion					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe/WiSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1/2. Semester	Admission SoSe:	1/2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope			Grading scale
PL	Klausur mit Antwortwahlverfahren		5	Online Klausur			unbenotet
Workload		150 h					
Attendance study period		28 h					
Self-study time		122 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena					
Lecturer		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena					
Institute		Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Artificial Intelligence for Production Engineering - Vorlesung				1	Klausur mit		
Artificial Intelligence for Production Engineering - Übung				1	Antwortwahlverfahren		
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
none				Belegung der Kurse: Artificial Intelligence 1, Machine Learning			
Qualification goals							
<p>Das Modul vermittelt einen praxisnahen Einblick in die Anwendungen von Methoden der Künstlichen Intelligenz in der Produktion. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Schritte der Machine-Learning-Pipeline zu erläutern und deren Bedeutung für Produktionsprozesse zu erklären,</li> <li>• Datenquellen aus der Fertigungstechnik zu identifizieren,</li> <li>• Unterschiede zwischen verschiedenen Modellen zu erklären und deren Einsatz im Produktionskontext zu interpretieren,</li> <li>• Methoden der Datenvorverarbeitung und Modellbildung anzuwenden und auf konkrete Produktionsdaten zu übertragen,</li> <li>• Machine-Learning-Modelle zu implementieren, auszuführen und deren Ergebnisse zu interpretieren.</li> </ul>							
Contents							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in produktionstechnische Prozesse und Fragestellungen:</li> <li>• Datenerfassung</li> <li>• Datenvorverarbeitung und Feature Engineering</li> <li>• Modellierung und Evaluierung</li> <li>• KI-gestützte Prozessplanung</li> <li>• KI-gestützte Prozessüberwachung</li> <li>• KI-gestützte Prozesskettenplanung</li> </ul> <p>Module: Modul 1 - Introduction; Module 2 - Data Acquisition; Module 3 - Data Preprocessing and Feature Engineering; Module 4 - Modeling and Evaluation; Module 5 - Use Case: Process Planning; Module 6 - Use Case: Process Monitoring; Module 7 - Use Case: Process Chains; Module 8 - Use Case: Model Evaluation</p>							
Special features							
Dieses Modul ist Bestandteil der Leibniz AI-Academy. Weitere Informationen auf <a href="https://www.ai-academy.uni-hannover.de/de/">https://www.ai-academy.uni-hannover.de/de/</a> . Es handelt sich um einen Online Kurs im Selbststudium. Es findet keine zusätzliche Vorlesung in Präsenz statt.							
Literature							
Denkena, Berend; Toenshoff, Hans Kurt: Spanen – Grundlagen, Springer Verlag Heidelberg, 3. Auflage 2011. Brecher, Christian; Weck, Manfred : Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme 3 - Mechatronische Systeme,							

**Modul: Artificial Intelligence for Production Engineering****Module:** Artificial Intelligence for Production Engineering

Steuerungstechnik und Automatisierung, Springer Verlag Heidelberg, 9. Auflage 2021
--

<b>Applicability in other degree programs</b>
---

AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.;
---

## Modul: Aspekte der Energiewende für Nachhaltige Ingenieurwissenschaft

Module: Aspects of the Energy Transition for Sustainable engineering

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Vortrag / Präsentation		3	20 min			benotet
SL	Studienleistung		2	Ausarbeitung (Seminarnachmittag)			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach					
<b>Dozent-in</b>		Dr. -Ing. Boris Bensmann Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach					
<b>Institut</b>		Institut für Elektrische Energiesysteme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Aspekte der Energiewende für Nachhaltige Ingenieurwissenschaft - Seminar				3	Vortrag / Präsentation Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Im Rahmen dieses Moduls treffen sich die Teilnehmenden zweiwöchentlich zu einer ca. 4,5-stündigen Sitzung „am runden Tisch“(Seminarnachmittag). Jede Sitzung ist einem übergeordneten technischen/nicht-technischen Thema im Kontext Energiewende gewidmet (siehe unten). Im Rahmen der Sitzung werden 6-7 zum jeweiligen Thema passende Quellen (z.B. Studien, White-Papers, Journal-Artikel, etc.) durch ausgewählte Teilnehmende mittels Impulsreferaten vorgestellt und anschließend in der Gruppe diskutiert. Am Ende einer jeden Sitzung wird die Quellenliste für die nächste Sitzung herausgegeben/besprochen und die Quellen für die anschließende Bearbeitung/Vorbereitung unter den Teilnehmenden aufgeteilt. Im Rahmen der Seminarreihe müssen die Studierenden einen Seminarnachmittag selbst vorbereiten und ausarbeiten.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Energiewende weltweit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemmnisse für eine Akzeptanz der Energiewende</li> <li>• CO2-Bepreisungssysteme und deren Wirkung auf den Klimaschutz</li> <li>• Neue Mobilitätskonzepte und deren Wirkung auf den Klimaschutz</li> <li>• „Joker“-Thema; durch die Teilnehmenden auszuwählen/festzulegen -&gt; WiSe 19/20: Versorgungssicherheit im Kontext des Kernenergie- und Kohleaustiegs</li> <li>• Negative CO2-Emissionen und nachhaltige CO2-Kreislauf</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Die Zahl der Teilnehmenden ist aus organisatorischen Gründen begrenzt – bei Überzeichnung wird gelost. Falls Sie Interesse an einer Teilnahme haben, melden Sie sich bitte im Zeitraum 01.03.-31.03 des jeweiligen Jahres per stud.IP an. Die Prüfung findet nur im Sommersemester statt.							
<b>Literatur</b>							
-							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

# Modul: Batteriespeichersysteme

Module: Battery storage systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Labor			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach					
<b>Institut</b>		Institut für Elektrische Energiesysteme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Batteriespeichersysteme - Vorlesung				2	Klausur		
Batteriespeichersysteme - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Batteriespeichersysteme - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Energiespeicher I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sind die Studierenden mit den Grundkonzepten zur Verschaltung von Einzelzellen zu Speichersystemen vertraut und in der Lage für gegebene Anforderungen an das Speichersystem eine Zellauswahl zu treffen und ein zugehöriges Schaltungskonzept zu erarbeiten</li> <li>- sind in der Lage das elektrische und thermische Betriebsverhalten von zellbasierten Speichersystemen mittels eines Simulationsmodells abzubilden</li> <li>- sind mit den Ansätzen zum Zellladungsausgleich, deren Funktionsprinzip und deren Eigenschaften vertraut und kennen weitere Aufgaben des Batteriemanagements</li> <li>- kennen die Ladeverfahren nach DIN 41772 und weiterführende Ladekonzepte</li> <li>- haben Kenntnis von Sicherheitsrisiken von Akkumulator-basierten Speichersystemen und deren Vermeidung, haben Kenntnis über die Entsorgungswege von Akkumulatoren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse zu Energiespeichern auf Basis von Akkumulatoren und Superkondensatoren mit besonderem Fokus auf Li-Ionen-Akkumulatoren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verschaltung von Einzelzellen zu Speichersystemen</li> <li>- Beschreibung des Betriebsverhaltens von Akkumulatoren und Superkondensatoren</li> <li>- Zellladungsausgleich und weitere Aspekte des Batteriemanagements</li> <li>- Ladeverfahren - Sicherheit, Lagerung und Entsorgung von Akkumulatoren</li> </ul>							

**Modul: Batteriespeichersysteme****Module:** Battery storage systems

<b>Besonderheiten</b>
Für die Veranstaltung ist eine Studienleistung im Form eines Labors vorgesehen.
<b>Literatur</b>
M. Sterner, I. Stadler: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Springer Vieweg, Wiesbaden 2017; A. Jossen, W. Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Ubooks-Verlag, Neusäß 2006
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

Module: Bioplastics and Biocomposites

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	4	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
<b>Workload</b>		120 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		78 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres					
<b>Institut</b>		Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe - Vorlesung				3	Klausur		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Vorlesung Polymerwerkstoffe			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Kenntnisse im Bereich der verschiedenen genutzten Rohstoffe, der jeweiligen Prozessrouten, den resultierenden biobasierten und bioabbaubaren Polymerwerkstoffe einschließlich deren Eigenschaften, Anwendungen und Marktdurchdringung</p> <p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage den Ressourcenbedarf, die Prozessrouten, die Verarbeitungs- und Gebrauchspersormance sowie Nachhaltigkeit von Biokunststoffen einzuordnen. Die Studierenden sind damit in der Lage, biobasierte Polymerwerkstoffe als Alternative zu konventionellen Kunststoffen zu bewerten. Ebenso können sie die Performance von Naturfasern gegenüber den konventionellen Verstärkungsfasern einordnen. Auf dieser Basis können sie gezielt geeignete biobasierte und/oder bioabbaubare Werkstoffe zur Substitution petrobasierter, umwelpersistenter auswählen und auch selbst entwickeln.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<p>. Dabei wird systematisch unterschieden zwischen der Nutzung biobasierter Rohstoffe zur Polymerherstellung und der Abbaubarkeit als End of Life Szenario. Bei den biobasierten Rohstoffen wird ein breites Spektrum von nachwachsenden Rohstoffen wie Pflanzenölen, Zucker, Stärke oder Cellulose über biobasierte Zwischenprodukte wie Biogas oder biobasierte Alkohole und verschiedene Naturfasern als Verstärkungskomponente bis hin zu organischen Abfallstoffen betrachtet. Das End of Life Szenario kann eine gezielte Kompostierbarkeit oder aquatische Abbaubarkeit oder auch eine verringerte Persistenz in der Umwelt sein. Da die Abbaubarkeit oder Persistenz in der Umwelt ebenso wie die meisten Gebrauchs- und Verarbeitungseigenschaften signifikant durch den mikrostrukturellen Aufbau bestimmt werden, wird auch ein Vorlesungsschwerpunkt bei dem Verständnis der Zusammenhänge zwischen Mikrostruktur und makroskopischen Eigenschaften der Biokunststoffe und biobasierten Verbundwerkstoffe liegen. Zudem erfolgt ein ökologischer Vergleich der Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe mit konventionellen Kunststoffen und glas- oder carbonfaserverstärkten Verbundwerkstoffen.</p>							

**Modul: Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe****Module:** Bioplastics and Biocomposites

<b>Besonderheiten</b>
Max. 20 Teilnehmer
<b>Literatur</b>
Engineering Bioplastics, H.-J. Endres, A. Siebert-Raths, Carl Hanser Verlag (2011), ISBN: 978-3-446-42403-6
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.;

# Modul: Computergestützte Strukturoptimierung

Module: Computational Structure Optimization

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Dustin Roman Jantos					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Dustin Roman Jantos					
<b>Institut</b>		Institut für Kontinuumsmechanik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Computergestützte Strukturoptimierung - Vorlesung				2	Klausur		
Computergestützte Strukturoptimierung - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Finite Elemente I, (Finite Elemente II)			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterschiedliche Optimierungsansätze bezüglich Größen-, Form und Topologieoptimierung nachzuvollziehen und das Verhalten zu verstehen</li> <li>-Vor- und Nachteile der einzelnen Ansätze zu identifizieren</li> <li>-Entsprechende Ansätze auf Randwertprobleme anzuwenden</li> <li>-Eigene Material- und Topologie-Optimierungsprogramme zu implementieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Optimierungsalgorithmen: Optimality Criteria Method, Sequential Linear/Quadratic Programming, Method of Moving Asymptotes</li> <li>- Strukturoptimierung: Definition und Klassifizierungen                         <ul style="list-style-type: none"> <li>o Übersicht über Größen-, Form- und Topologie-Optimierungsansätze</li> </ul> </li> <li>- Dichtebasierte Topologie-Optimierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>o BESO, SIMP, Phase-Field, Thermodynamische Optimierung</li> <li>o Spannungsrestriktionen</li> <li>o Mehrlastfälle</li> <li>o Nachgiebigkeitsmechanismen</li> <li>o Optimierung mit mehreren Materialien</li> </ul> </li> <li>- Material-Optimierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>o Faserverstärkte Materialien: DMO und CFAO</li> <li>o Zug- Druck-Affinität</li> <li>o Optimierung der Wärmeleitfähigkeit</li> </ul> </li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Erarbeitung und Bereitstellung von MATLAB- und Julia-Programmen sowie CIP-Pool-Übungen im späteren Verlauf des Semesters							
<b>Literatur</b>							
Spillers, W. R., & MacBain, K. M. (2009). Structural optimization. Springer Science & Business Media.							

**Modul: Computergestützte Strukturoptimierung****Module:** Computational Structure Optimization

Bendsoe, M. P., & Sigmund, O. (2013). Topology optimization: theory, methods, and applications. Springer Science & Business Media.

Über TIB/im Uni-Netz als PDF erhältlich: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-05086-6>

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Computergestützter Windpark-Entwurf mit WindPRO

Module: Computer-Aided Design of Wind Farms with WindPRO

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP		2	Hausübung, Bearbeitungszeit 60 h Seminar Journal Club, Vortrag 15 min, Vorbereitungszeit 40 h			benotet
SL	Studienleistung		2				unbenotet
SL	Studienleistung		2				unbenotet

<b>Workload</b>	180 h
<b>Präsenzstudienzeit</b>	42 h
<b>Selbststudienzeit</b>	138 h
<b>Modulverantwortliche-r</b>	Dr.-Ing. Claudio Balzani
<b>Dozent-in</b>	Dr.-Ing. Claudio Balzani
<b>Institut</b>	Institut für Windenergiesysteme
<b>Fakultät</b>	Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

### Aufbau des Moduls

<b>Veranstaltungstitel und Form</b>	<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>
Journal Club Computergestützter Windpark-Entwurf mit Windpro - Seminar	1	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP
Selbstständiger Entwurf eines Windparks mit WindPRO - Übung	1	Studienleistung
Computergestützter Windpark-Entwurf mit WindPRO - Vorlesung	1	Studienleistung

<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>	<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>
keine	keine

### Qualifikationsziele

Der Entwurf von Windparks ist eine anspruchsvolle Aufgabe und idealerweise unter Einsatz geeigneter und zeitgemäßer Software durchzuführen. Als weltweit führend und leistungsfähig hat sich das Softwarepaket WindPRO mit der Schnittstelle zu WASP etabliert. Neben der Theorie und Anwendung der Modellierungs- und Berechnungssoftware trainieren die Studierenden das Durcharbeiten von Fachartikeln, die Präsentation der Inhalte in Form eines Fachvortrags sowie die Diskussion der entsprechenden Inhalte.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Hindernisse, Geländerauigkeit und Orografie in WindPRO modellieren,
- die Measure-Correlate-Predict-Methoden (MCP) von WindPRO anwenden,
- eine regionale Windstatistik und eine Windressourcenkarte in WindPRO berechnen und anwenden,
- eine Energieertragsermittlung unter Berücksichtigung von Nachlaufeffekten mit WindPRO durchführen,
- eine Energieertragsermittlung unter Berücksichtigung von Verlusten/Unsicherheiten mit WindPRO durchführen,
- eine Schall- und Schatten-Immissionsberechnung mit WindPRO durchführen,
- die den Software-Modulen METEO, MODEL, MCP/STATGEN, PARK, LOSS & UNCERTAINTY, DECIBEL und SHADOW zugrundeliegende Theorie erläutern,
- einschlägige Fachartikel lesen, verstehen und erläutern,
- einen Fachvortrag zu einem ausgewählten Thema vorbereiten und präsentieren,
- eine Fachdiskussion zu einem ausgewählten Thema führen.

### Inhalte

Theorie und Anwendung der WindPRO-Module BASIS, METEO, MODEL, MCP/STATGEN, PARK, LOSS & UNCERTAINTY, DECIBEL und SHADOW werden behandelt. Die Teilnehmenden erarbeiten die wissenschaftlichen Inhalte aktueller relevanter Fachartikel, geben diese in Form eines Vortrags an die übrigen Teilnehmenden weiter und diskutieren die Inhalte mit den Teilnehmenden.

**Modul: Computergestützter Windpark-Entwurf mit WindPRO****Module:** Computer-Aided Design of Wind Farms with WindPRO

<b>Besonderheiten</b>
Die Software muss auf einem eigenen Notebook (Windows verpflichtend) installiert und genutzt werden. Ggf. ist der Notebook-Verleihservice des LUIS in Anspruch zu nehmen.
<b>Literatur</b>
Manual von WindPRO (wird während der Veranstaltung verteilt)
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Dampfturbinen für heutige und zukünftige Energiesysteme

Module: Steam Turbines for current and new energy systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	4	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Muendliche Pruefung		4	30 min			benotet
<b>Workload</b>		120 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		28 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		92 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Lars Wein					
<b>Dozent-in</b>		Eike Helmsen Dr.-Ing. Leif Paulukuhn					
<b>Institut</b>		Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Dampfturbinen für heutige und zukünftige Energiesysteme - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik, Aerothermodynamik der Strömungsmaschinen, Strömungsmechanik 1			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Stromerzeugung mithilfe von Dampfturbinen deckt derzeit ca. 65% der weltweiten Gesamterzeugung ab. Das Modul vermittelt praxisbezogen Einsatzbereiche, Funktionsweise und konstruktive Aspekte von Dampfturbinen.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rolle von Dampfturbinen in heutigen und zukünftigen Energiesystemen</li> <li>• Stromerzeugung und Wärmebereitstellung mittels Dampfturbinen</li> <li>• Anwendungen, Komponenten und Bauweisen von Dampfturbinen</li> <li>• Grundkonzepte der Beschau felung und Verlustmechanismen</li> <li>• Leistungsregelung zur Sicherstellung der Stabilität des elektrischen Netzes und variierenden Energiebedarfs</li> <li>• Betriebszustände</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzspektrum</li> <li>• Thermodynamischer Prozess</li> <li>• Arbeitsverfahren und Bauarten</li> <li>• Beschau felungen</li> <li>• Leistungsregelung und Betriebszustände</li> <li>• Turbinenläufer und Turbinengehäuse</li> <li>• Systemtechnik und Regelung</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Besichtigung des Zentrums für Energiewendetechnologien sowie Dampfturbinen- und Generatorfertigung von Siemens Energy in Mülheim an der Ruhr. Die Vorlesung und Übung findet in Absprache ein- oder zweiwöchig (Block) statt.							

**Modul: Dampfturbinen für heutige und zukünftige Energiesysteme****Module:** Steam Turbines for current and new energy systems**Literatur**

Literatur wird im Rahmen der ersten Vorlesung bekannt gegeben sowie Vorlesungsunterlagen.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Data-driven parameter and model identification

Module: Data-driven parameter and model identification

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahl</b>			<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
WiSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>			<b>Grading scale</b>
PL	Written exam / Oral exam		5	90 min/20 min			graded
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Attendance study period</b>			56 h				
<b>Self-study time</b>			94 h				
<b>Module coordinator</b>			Dr.-Ing. Hendrik Geisler				
<b>Lecturer</b>			Dr.-Ing. Dustin Roman Jantos Prof. Dr.-Ing. habil. Philipp Junker				
<b>Institute</b>			Institut für Kontinuumsmechanik				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Data-driven parameter and model identification - Vorlesung				2	Written exam / Oral exam		
Data-driven parameter and model identification - Hörsaalübung				2			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				Technische Mechanik I - IV			
<b>Qualification goals</b>							
<p>The ability to obtain reliable models of mechanical systems from experimental data is an elementary competence for analyzing, predicting and optimizing real phenomena. The lecture presents methods for determining material parameters and analytical models from experimental data. The focus of the lecture are modern data-driven methods and machine learning methods.</p> <p>A practical hands-on exercise is offered. In the exercise, the students themselves will generate experimental data themselves and apply the thought methods.</p> <p>Planned are</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tensile experiments on a material testing machine for the determination of material parameters</li> <li>- the use of contactless deformation measurement to determine material models</li> <li>- the determination of system models of vibrating systems from video files.</li> </ul> <p>After successfully completing the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- design and carry out experiments for parameter and model identification</li> <li>- apply data-driven methods such as sparse regression and machine learning and critically evaluate the results</li> <li>- assess when and how model assumptions can be replaced by data-driven methods</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parameter identification of material models</li> <li>- Experimental design for robust parameter and model identification</li> <li>- Optimization methods</li> <li>- Model identification of material models</li> <li>- Uncertainty quantification</li> <li>- Model identification of mechanical systems</li> <li>- Machine learning as a model-free method</li> <li>- Physics-informed machine learning</li> </ul>							

**Modul: Data-driven parameter and model identification****Module:** Data-driven parameter and model identification

<b>Special features</b>
The participants carry out their own experiments for parameter and model identification.
<b>Literature</b>
Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control von Steven Brunton und Nathan Kutz
<b>Applicability in other degree programs</b>
AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

## Modul: Elektrische Klein-, Servo- und Fahrzeugantriebe

Module: Small Electric Motors and Servo Drives

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		4	120 min (K WiSe)/ 30 min (MP SoSe)			benotet
SL	Studienleistung		1	Laborübung			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick					
<b>Institut</b>		Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Elektrische Klein-, Servo- und Fahrzeugantriebe - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
Elektrische Klein-, Servo- und Fahrzeugantriebe - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Elektrische Klein-, Servo- und Fahrzeugantriebe - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Elektrische Antriebstechnik II, Grundlagen der elektromagnetischen Energiewandlung (notwendig)			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vertieft die bereits bekannten grundlegenden Kenntnisse über Synchron- und Induktions- und Gleichstrommaschinen um spezifische Einsichten in die spezielle Gestaltung von am Netz betreibbaren Kleinmaschinen und in die Besonderheiten beim Betrieb als Servomotor oder als Fahrzeugantrieb.</p> <p>Die Studierenden lernen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Betriebsverhalten der verschiedenen Arten von Kleinmaschinen sowie Besonderheiten wie Drehmomentpulsationen selbstständig zu analysieren,</li> <li>- zu beurteilen, welche Arten elektrischer Maschinen als Servoantrieb bzw. als Fahrzeugantrieb besonders geeignet oder weniger geeignet sind sowie</li> <li>- Magnetkreise permanenterregter Maschinen anforderungsgerecht und gegen Entmagnetisierung im Betrieb geschützt neu zu entwerfen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Kostengünstige bzw. hochwertige Ausführungen, Übersicht über fremd- und selbstgeführte Motoren, grundsätzliche Konstruktionsmöglichkeiten, permanentmagnetische Werkstoffe. Permanenterragte Gleichstrommotoren: Ausführungen (Walzen-, Scheiben-, Glockenläufer), Anwendungen, Magnetwerkstoffe, Betriebsverhalten, Drehzahlstellung. Universalmotoren: Aufbau, Anwendungen, Betriebsverhalten, elektrische und elektronische Drehzahlstellung, Kommutierung. Wechselstrom-Induktionsmotoren: Aufbau, Anwendungen, Wicklungsarten, Ausführungen (Kondensator-, Widerstandshilfsstrang-, Spaltpolmotor), Betriebsverhalten (verallgemeinerte Symmetrische Komponenten, Leitwertortskurve), Drehzahlstellung. Wechselstrom-Synchronmaschinen: Aufbau (Ständer mit Nuten, ausgeprägten bzw. Klauen-Polen), Motoren mit Magnet-, Hysterese- und Reluktanzläufer. Grundlagen der Servoantriebe (Gleichstrom-, Induktions- und Synchron-Servomotoren). Fahrzeugantriebe: Klauenpol-Generatoren (Fahrrad, Kfz), Fahrmotoren (Arten, Besonderheiten, Energieeffizienz), Hilfsantriebe.</p>							

**Modul: Elektrische Klein-, Servo- und Fahrzeugantriebe****Module:** Small Electric Motors and Servo Drives

<b>Besonderheiten</b>
Eine Studienleistung muss in Form eines Labors erbracht werden. Das Labor findet regulär nur im Wintersemester statt.
<b>Literatur</b>
Stölting / Beisse: Elektrische Kleinmaschinen (B.G. Teubner, Stuttgart) Stölting / Kallenbach: Handbuch Elektrische Kleinantriebe (Hanser, München) Skriptum zur Vorlesung
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Entwicklungsmethodik für Additive Fertigung

Module: Design methodology for additive manufacturing

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion, Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		5	90 min/20 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer					
<b>Dozent-in</b>		M. Sc. Ina Meyer					
<b>Institut</b>		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Entwicklungsmethodik für Additive Fertigung - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
Entwicklungsmethodik für Additive Fertigung - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen der Mechanik und Konstruktion			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die additive Fertigung hat sich in kurzer Zeit zu einer Schlüsseltechnologie der Produktentwicklung entwickelt. Trotz ihres vergleichsweise neuen Entwicklungsstands bietet sie enormes Potenzial für die Gestaltung innovativer, ressourcenschonender und effizienter Produkte. Für Studierende eröffnet sich damit die Möglichkeit, zukunftsrelevante Kompetenzen zu erlernen, die sowohl die gestalterische Freiheit als auch die technologische Umsetzung betreffen.</p> <p>Aufbauend auf den Grundlagen der Konstruktionslehre und der Produktentwicklung vermittelt das Modul „Entwicklungsmethodik für die Additive Fertigung“ methodische Ansätze, digitale Werkzeuge und praxisorientierte Strategien zur systematischen Entwicklung additiv gefertigter Produkte. Es richtet sich an fortgeschrittene Bachelor- und Masterstudierende, die die besonderen Potenziale additiver Verfahren gezielt im Entwicklungsprozess nutzen und eigene Entwurfskonzepte in einem praxisnahen Projekt umsetzen möchten.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Anwendungsbereiche additiver Fertigungsverfahren zu beschreiben und deren verfahrensspezifische Charakteristiken darzustellen</li> <li>• die Gestaltungsfreiheiten und -restriktionen additiver Verfahren zu erläutern und eigenständig Berechnungen zur Bauteilauslegung durchzuführen</li> <li>• Business-Cases im Hinblick auf technische Machbarkeit und wirtschaftliche Effizienz zu berechnen und zu analysieren</li> <li>• einen funktionalen Produktentwurf (z.B. RC-Rennauto oder Drohne) selbstständig zu konzipieren, zu gestalten und zu fertigen</li> <li>• die Potenziale und Grenzen additiver Fertigung anhand des eigenen Entwurfs zu reflektieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesskette der additiven Fertigung</li> <li>• Verfahrenseinteilung und -beschreibung</li> <li>• Gestaltungsmethoden und -richtlinien</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus Praxis und Industrie</li> <li>• Business Cases, wirtschaftliche und ökologische Bewertung</li> </ul>							

**Modul: Entwicklungsmethodik für Additive Fertigung****Module:** Design methodology for additive manufacturing**Besonderheiten**

Die Übung findet in der Additiven Lernfabrik in der Halle im Gebäude 8142 statt. Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.

**Literatur**

Lachmayer, R.; Ehlers, T.; Lippert, R. B. (2022): Entwicklungsmethodik für die Additive Fertigung, 2te Auflage, Springer Vieweg Verlag, Berlin Heidelberg ISBN: 978-3-662-65923-6

Lachmayer, R.; Ehlers, T.; Lippert, R. B. (2023): Design for additive manufacturing, Springer Vieweg Verlag, ISBN: 978-3-662-68462-7

Lippert, R. B. (2018): Restriktionsgerechtes Gestalten gewichtsoptimierter Strukturbauteile für das Selektive Laserstrahlschmelzen, TEWISS – Technik und Wissen GmbH Verlag, Garbsen, ISBN: 978-3-95900-197-7

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Medizintechnik B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Erneuerbare Energien

Module: Renewable Energies

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Laborversuch/Protokoll			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Markus Richter					
<b>Institut</b>		Institut für Thermodynamik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Erneuerbare Energien - Vorlesung				2	Klausur		
Erneuerbare Energien - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Erneuerbare Energien - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik I+II, Grundlagen der Elektrotechnik I+II, Wärmeübertragung I, Strömungsmechanik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Entwicklung und Bereitstellung von Energiewandlungspfaden, die frei von CO<sub>2</sub>-Emissionen sind, ist eine zentrale Aufgabe in den Ingenieurwissenschaften. Das Modul führt, aufbauend auf den Grundlagen der Technischen Thermodynamik und den Grundlagen der elektrischen Antriebe in Technologien erneuerbarer Energien ein.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche emissionsfreie Energieversorgungsstrategien für die Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr quantitativ zu beschreiben,</li> <li>• die zugehörigen Komponenten auszulegen und eine erste ökonomische Abschätzung zu machen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen (Primärenergie / Nutzenergie / Energieflussbilder / Kreisprozesse)</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Meteorologie (Solareinstrahlung / Wind)</li> <li>• Photovoltaik (Grundlagen / Systeme)</li> <li>• Solarthermie (Niedertemperatur / Hochtemperatur)</li> <li>• Windenergieversorgung</li> <li>• Biomasse als Energieträger</li> <li>• Systeme der Energieversorgung (Gebäude, Quartiere, Netze, Wärmepumpe, Speicher, Blockheizkraftwerken)</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Zur Erreichung der 5 LP muss neben der Prüfungsleistung die Studienleistung in Form eines Labors erfolgreich bestanden werden. Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.							
<b>Literatur</b>							
Wesselak, Viktor et. al , Handbuch Regenerative Energietechnik, 2017, Springer-Verlag							

**Modul: Erneuerbare Energien****Module:** Renewable Energies

Unger, Jochem et. al, Alternative Energietechnik, 2020, Springer Vieweg
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Faserverbund-Leichtbaustrukturen I**

Module: Fiber Composite Lightweight Structures I

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>				<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP			6	60 min bei K/30 min bei MP		benotet
<b>Workload</b>	180 h						
<b>Präsenzstudienzeit</b>	56 h						
<b>Selbststudienzeit</b>	124 h						
<b>Modulverantwortliche-r</b>	Dr.-Ing. Sven Scheffler						
<b>Dozent-in</b>	Prof. Dr.-Ing. Raimund Rolfes Dr.-Ing. Sven Scheffler						
<b>Institut</b>	Institut für Statik und Dynamik						
<b>Fakultät</b>	Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie						
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Faserverbund-Leichtbaustrukturen I - Vorlesung				2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ /		
Faserverbund-Leichtbaustrukturen I - Hörsaalübung				2	VbP		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Baumechanik A und B (Bauwesen), Mechanik I bis IV (Maschinenbau)			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul vermittelt umfassende Grundlagenkenntnisse über faserverstärkte Kunststoffe als Werkstoff, ihre Fertigungsverfahren sowie den Entwurf und die Berechnung von Faserverbund-Leichtbaustrukturen mittels der klassischen Laminattheorie (CLT). Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden Anwendungsbeispiele aus dem Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrttechnik sowie dem Bauwesen behandelt. Beispiele sind ein Heckspoiler und Bauteile von Airlinern aus CFK (kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff), eine Brücke aus GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) sowie Rotorblätter einer Windenergieanlage.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung</li> <li>- Ausgangswerkstoffe und Halbzeuge</li> <li>- Fertigungsverfahren</li> <li>- Berechnung</li> <li>- Entwurf</li> <li>- Zulassungsfragen</li> <li>- Ausführungsbeispiele aus Maschinenbau und Bauwesen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Im Rahmen des Kurses wird eine Exkursion zu einem Kooperationspartner wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig, dem Rotorblattprüfstand am Fraunhofer IWES (Bremerhaven) oder der Leitwerksfertigung bei Airbus (Stade) angeboten.							
<b>Literatur</b>							
Vorlesungsunterlagen, Formelsammlung, Literaturempfehlungen							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;							

**Modul: Faserverbund-Leichtbaustrukturen II**

Module: Fiber Composite Lightweight Structures II

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>				<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP			6	40 min bei MP		benotet
<b>Workload</b>	180 h						
<b>Präsenzstudienzeit</b>	56 h						
<b>Selbststudienzeit</b>	124 h						
<b>Modulverantwortliche-r</b>	Dr.-Ing. Sven Scheffler						
<b>Dozent-in</b>	Prof. Dr.-Ing. Raimund Rolfes Dr.-Ing. Sven Scheffler						
<b>Institut</b>	Institut für Statik und Dynamik						
<b>Fakultät</b>	Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie						
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Faserverbund-Leichtbaustrukturen II - Vorlesung				2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ /		
Faserverbund-Leichtbaustrukturen II - Hörsaalübung				2	VbP		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Baumechanik A und B (Bauwesen), Mechanik I bis IV (Maschinenbau), Faserverbund-Leichtbaustrukturen I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Im Modul Faserverbund-Leichtbaustrukturen I wurden Grundlagenkenntnisse zu Entwurf und Berechnung flächiger Lamine anhand der klassischen Laminattheorie vermittelt. Kritisch im Sinne der Auslegung sind diese Strukturen jedoch in der Regel nicht in der Bauteilfläche, sondern an Ausschnitten, aufgrund von Vorschädigungen (effects of defects), in Verbindungsbereichen oder infolge der Beanspruchungsart (statisch und dynamisch). Der Studierende soll hier die Fähigkeit zur Auslegung komplexer Verbundstrukturen, insbesondere unter Beachtung von Nichtlinearitäten erhalten. Neben den theoretischen Grundlagen der Schadens- und Degradationsanalyse werden die einschlägigen Modelle auch praktisch in FE-Analysen nähergebracht. Hierbei wird auch die experimentelle Kennwertermittlung, teilweise an praktischen Beispielen vor Augen geführt und kritisch gewürdigt. Ein vertiefter Blick in die derzeitigen Auslegungskriterien, eine Bewertung der Schadenstoleranz und der Strukturzuverlässigkeit runden das Kursangebot ab.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nichtlineares Materialverhalten von Faserverbundstrukturen</li> <li>- Beispiele relevanter Problemstellungen</li> <li>- Exkurs: analytische Berechnungsverfahren</li> <li>- Bruchmechanische Grundlagen und (energiebasierte) Degradationsanalyse</li> <li>- Numerische Simulationstechniken (progressive Schädigungsmodelle)</li> <li>- Exkurs: Betriebsfestigkeit</li> <li>- Auslegung und Optimierung</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Teile der Lehrveranstaltung werden im Rechnerpool und im Labor stattfinden.							
<b>Literatur</b>							
Vorlesungsunterlagen							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;							

**Modul: Frugal Engineering**

Module: Frugal Engineering

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Produktion					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1. Semester	Admission SoSe:	2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope		Grading scale	
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		2	90 min/ 20 min		graded	
SL	Ausarbeitung		3	20 Seiten		ungraded	
Workload		150 h					
Attendance study period		56 h					
Self-study time		94 h					
Module coordinator		Prof. Dr. Balkrishna C. Rao					
Lecturer		Prof. Dr.-Ing. Max Marian					
Institute		Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
Frugal Engineering - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung Ausarbeitung		
Frugal Engineering - Seminar				2			
Requirements for participation:			Recommended for participation:				
none			none				
Qualification goals							
<p>After successful completion of the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explain the principles of frugal innovation and engineering, and differentiate it from conventional and low-cost design approaches.</li> <li>- Describe the relationship between frugality, sustainability, and socio-economic development.</li> <li>- Apply frugal design methods to identify opportunities for simplification, material reduction, and functional integration.</li> <li>- Analyse design trade-offs among performance, cost, and sustainability under constrained conditions.</li> <li>- Evaluate the feasibility of frugal solutions in diverse industrial and cultural contexts.</li> <li>- Design and justify a frugal product or system prototype addressing specific user needs using minimal resources.</li> <li>- Assess and communicate the environmental and economic impact of frugal solutions through a structured written report and oral presentation.</li> </ul>							
Contents							
<p>The module introduces the concept and practice of Frugal Engineering — the art of designing and developing products, processes, and systems that deliver high value with minimal resource input. It focuses on innovation under constraints, cost-effective design, sustainability, and local adaptability.</p> <p>Main topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principles and definitions of frugal innovation and engineering</li> <li>- Case studies from emerging and developed economies</li> <li>- Design methods for cost-reduction and simplification</li> <li>- Life-cycle thinking and sustainability assessment</li> <li>- Material and process selection for resource-efficient design</li> <li>- Reverse engineering and re-engineering approaches</li> <li>- Integration of circular economy principles into product design</li> </ul> <p>Project work on a real-world frugal design challenge (individual or group work)</p>							

**Modul: Frugal Engineering**

Module: Frugal Engineering

**Special features**

The module combines an interactive block lecture with a hands-on project component, linking theory and practical implementation.

Students work in interdisciplinary teams on real or simulated industrial cases (e.g., resource-efficient design for agriculture, mining, or mobility).

Joint supervision by LUH (IMKT) and IIT Madras, encouraging cross-cultural learning and international collaboration.

Emphasis on sustainable and inclusive innovation, aligning with the UN Sustainable Development Goals.

**Literature**

- Rao, B.C. (2013). How disruptive is frugal?. *Technology in Society*, 35(1), 65–73.

- Weyrauch, T., & Herstatt, C. (2017). What is frugal innovation? Three defining criteria. *Journal of Frugal Innovation*, 2(1), 1–17.

- Basu, R., Banerjee, P., & Sweeny, E. (2013). Frugal Innovation: Core Competencies to Address Global Sustainability. *Journal of Management for Global Sustainability*, 1(2), 63–82.

- Radjou, N., Prabhu, J., & Ahuja, S. (2012). *Jugaad Innovation: Think Frugal, Be Flexible, Generate Breakthrough Growth*. Jossey-Bass.

- Rao, B.C. (2018). Advances in Frugal Innovation: Recent Developments and Future Directions. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 223–226.

**Applicability in other degree programs**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Gießereitechnik

Module: Casting Engineering

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur mit Antwortwahlverfahren		4	60 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	180 min (praktische Übung)		unbenotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Christian Klose					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Christian Klose					
<b>Institut</b>		Institut für Werkstoffkunde					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Gießereitechnik - Vorlesung				2	Klausur mit		
Gießereitechnik - Labor				1	Antwortwahlverfahren		
Gießereitechnik - Übung				1	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Werkstoffkunde I und II			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul gibt einen Überblick über die Grundlagen der verschiedenen technischen Gießverfahren.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Erstarrungsmechanismen von Metallen und deren Legierungen zu erläutern,</li> <li>• Gussteile gießgerecht zu konstruieren sowie entsprechende Gießsysteme auszulegen und zu gestalten,</li> <li>• die gebräuchlichen Gießverfahren für die Herstellung von Gussteilen einzuordnen und für den spezifischen Anwendungsfall auszuwählen,</li> <li>• aufgrund der Kenntnis von grundlegenden gießtechnischen sowie physikalischen und mechanischen Eigenschaften unterschiedlicher Gusswerkstoffe eine anwendungsbezogene Werkstoffauswahl zu treffen,</li> <li>• die typischen Gussfehler zu charakterisieren sowie Maßnahmen zu deren Vermeidung durch Methoden der Qualitätssicherung auszuarbeiten,</li> <li>• anhand von Gießprozesssimulationen entsprechende Gießprozesse zu bewerten,</li> <li>• die ökonomischen und ökologischen Aspekte in der Gießereitechnik einzuschätzen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Auswahl des optimalen Werkstoffs und zur Ermittlung des wirtschaftlichsten Gießverfahrens für gestellte Anforderungen</li> <li>• Vor- und Nachteile von ausgewählten Techniken</li> <li>• aktuelle Beispiele zu modernen Leichtbau-Konstruktionen, die durch Gießverfahren realisiert werden können</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Im Rahmen der Veranstaltung werden freiwillige semesterbegleitende E-Learning-Übungen in StudIP/Ilias angeboten. Verpflichtende praktische Übung zu verschiedenen Gießverfahren (1 LP)! Die Leistungspunkte setzen sich aus der Klausur mit 4 LP und der praktischen Übung 1 LP zusammen.</p>							

**Modul: Gießereitechnik****Module:** Casting Engineering

<b>Literatur</b>
Vorlesungsumdruck
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

**Modul: GIS and Remote Sensing**

Module: GIS and Remote Sensing

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Systementwicklung					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
WiSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1/2. Semester	Admission SoSe:	1/2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope			Grading scale
PL	Written exam		3	90 min			graded
SL	anerkannte Übung		2	wöchentlich			benotet
Workload		150 h					
Attendance study period		56 h					
Self-study time		94 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester					
Lecturer		M. Sc. Ning Qian					
Institute		Institut für Kartographie und Geoinformatik					
Faculty		Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
GIS and Remote Sensing - Vorlesung				2	Written exam		
GIS and Remote Sensing - Hörsaalübung				2	anerkannte Übung		
Requirements for participation:			Recommended for participation:				
keine			Mathematik, Technische Mechanik, Wärmeübertragung, Thermodynamik				
Qualification goals							
<p>The modul introduces the underlying principles and methods about Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing. The overall focus is on spatial data, which are relevant to any environmental planning and management tasks. In this module the students will obtain an overview over the most important basics and applications of GIS and remote sensing. They will learn to work with GIS software (e.g. ArcGIS) and apply it to their spatial problems. In the end the students will have understood the central methodologies and will be able to make use of the employed techniques. By independently preparing and then presenting the lab work they will further develop their learning strategies and presentation skills. Upon completion of the module, students are able to apply GIS software and remote sensing techniques for analyses and manipulation of space related data from ground observation and remote sensing.</p>							
Contents							
<p>1. Geographical Information Systems: - data modelling: geometric, thematic, topologic - data analysis and geoprocessing - cartography: graphical variables, generalization, presentation - data capture, topography: digital elevation models, data interpolation, geomorphology - visualization, presentation and analysis: 2D, 3D, terrain Besides the theoretical lectures, there will be practical exercises to learn and train the GIS-skills. 2. Remote Sensing - basics: electromagnetic spectrum, interaction of electromagnetic waves and materials , limits of resolution, digital images - sensors: multi-spectral satellite sensors, hyper-spectral sensors, airborne laser scanning, synthetic aperture radar - processing: generation of thematic maps: classification of land cover using pattern recognition methods, determination of digital height models, in particular from laser scanner and radar data.</p>							
Special features							
Studienleistung (weitere Informationen erfolgen im Kurs)							
Literature							
Jones, C., 1999. Geographical Information Systems and Computer Cartography Logman. T. Lillesand, R. Kiefer, 2015. Remote sensing and image interpretation.							
Applicability in other degree programs							
AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;							

## Modul: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung

Module: Fundamentals of digital signal processing

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Dozent-in</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Institut</b>		Institut für Mess- und Regelungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung - Vorlesung				2	Klausur		
Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Messtechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul befasst sich mit systemtheoretischen Konzepten, die bereits teilweise im Grundstudium eingeführt wurden und im Zuge dieses Moduls vertieft werden sollen. Dabei konzentriert sich diese Veranstaltung auf den digitalen Bereich der Messsignalkette.</p> <p>Mit Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein für die jeweilige Messaufgabe geeignetes Digitalisierungsverfahren auszuwählen und den damit einhergehenden Einfluss auf die resultierende digitale Messgröße abzuschätzen,</li> <li>• zeit-diskrete sowie -kontinuierliche Signale in den Frequenzbereich zu transformieren und aus dem entsprechenden Spektrum verschiedene Signaleigenschaften abzuleiten,</li> <li>• digitale Filter- und Fenstertechniken auszulegen sowie anzuwenden, um mithilfe dessen die Betrachtung verschiedener Signaleigenschaften zu ermöglichen beziehungsweise zu begünstigen,</li> <li>• Signal- und Rauschanalysen unter Betrachtung von Korrelation sowie Leistungsdichtespektren durchzuführen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Kernpunkt der Vorlesung ist die Erfassung und Diskretisierung von Messgrößen in technischen Systemen sowie deren Verarbeitung in Digitalrechnern. Hierzu werden zunächst die Grundlagen zur Diskretisierung und Quantifizierung analoger Messsignale besprochen. Aufbauend auf der Fouriertransformation kontinuierlicher und diskreter Signale werden anschließend das Abtasttheorem nach Shannon sowie der Begriff des Aliasing diskutiert. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Verfahren zur digitalen Filterung von Signalfolgen sowie die Anwendung von Fenstertechniken. Abschließend werden unterschiedliche Verfahren zur Korrelation von Messsignalen und zur Abschätzung von Leistungsdichtespektren angesprochen.</p>							

**Modul: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung****Module:** Fundamentals of digital signal processing

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
Kammeyer KD und Kroschel K: Digitale Signalverarbeitung : Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB-Übungen - 9. Auflage, Springer Vieweg, 2018 Marvin C and Ewers G: A Simple Approach to Digital Signal Processing; Texas Instruments, 1993 Oppenheim AV und Schafer RW: Zeitdiskrete Signalverarbeitung; Verlag Oldenburg - 3. Auflage, 1999 Schwetlick H: PC Meßtechnik; Vieweg Verlag, Braunschweig 1997 Weitere Literaturhinweise zur Vorlesung unter <a href="http://www.imr.uni-hannover.de">www.imr.uni-hannover.de</a> .
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;

# Modul: Grundlagen der Werkstofftechnik

Module: Materials Processing

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur mit Antwortwahlverfahren		5	60 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Florian Nürnberger					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Florian Nürnberger					
<b>Institut</b>		Institut für Werkstoffkunde					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Grundlagen der Werkstofftechnik - Vorlesung				2	Klausur mit		
Grundlagen der Werkstofftechnik - Hörsaalübung				1	Antwortwahlverfahren		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt grundlegende ganzheitliche technische und physikalische Aspekte der Werkstofftechnik von der Werkstoffherzeugung über Fertigungsverfahren bis zur Werkstoffprüfung am Beispiel von Stahlwerkstoffen sowie Nichteisenmetallen.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Verfestigungsmechanismen einzuordnen und zu differenzieren,</li> <li>• geeignete Analyseverfahren und metallographische Präparationsmethoden auszuwählen,</li> <li>• Phasendiagramme und ZTU-Diagramme zu interpretieren und Wärmebehandlungsstrategien auszulegen,</li> <li>• die Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von modernen Stahlwerkstoffen zu differenzieren und einzuordnen,</li> <li>• Eigenschaften, Herstellungs- und Wärmebehandlungsverfahren von Nichteisenmetallen wie Magnesium und Aluminium darzulegen,</li> <li>• Ferromagnetismus zu erklären und die unterschiedlichen Anwendungen des Ferromagnetismus darzustellen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Verfestigungsmechanismen</li> <li>• Metallographische Methoden</li> <li>• Wärmebehandlung der Stähle</li> <li>• Feinblech-Werkstoffe</li> <li>• Wärmebehandlung von Aluminiumwerkstoffen</li> <li>• Strangpressen und Walzen von Magnesiumwerkstoffen</li> <li>• Anwendungen des Ferromagnetismus</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Im Rahmen der Veranstaltung werden freiwillige semesterbegleitende E-Learning-Übungen in StudIP/Ilias angeboten. Lehrexport für Studierende der Geowissenschaften.							
<b>Literatur</b>							
• Vorlesungsumdruck							

## Modul: Grundlagen der Werkstofftechnik

Module: Materials Processing

- Läßle: Werkstofftechnik Maschinenbau
- Gottstein: Physikalische Grundlagen der Metallkunde
- Schumann, Oettel: Metallographie

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Gründungspraxis für Technologie Start-ups

Module: Practical knowledge for tech-startup-founders

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	120 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Präsentation			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel					
<b>Dozent-in</b>		Judith Michael-von Malottki Janina Segatz					
<b>Institut</b>		Institut für Mechatronische Systeme					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Gründungspraxis für Technologie Start-ups - Vorlesung				2	Klausur		
Gründungspraxis für Technologie Start-ups - Übung				2	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul vermittelt alle wichtigen Aspekte, die für die Gründung eines Start-ups erforderlich sind.							
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für eine Gründung zu identifizieren,</li> <li>• ein eigenes Geschäftsmodell in Teamarbeit zu entwickeln,</li> <li>• die Grundlagen des Patentwesens darzulegen,</li> <li>• agile Methoden anzuwenden, um kundenzentrierte Produkte zu entwickeln,</li> <li>• eine Markt- und Wettbewerbsanalyse für die eigene Geschäftsidee durchzuführen,</li> <li>• einen Businessplan aufzustellen,</li> <li>• die Grundlagen der Business- und Finanzplanung zu erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
Das Modul beinhaltet Themen wie die Entwicklung eines eigenen Geschäftsmodells, die Erstellung eines Businessplans, die Grundlagen des Patentwesens und praktische Gründungsfragen. Die Teilnehmenden erfahren, welche agilen Methoden Technologie-Start-ups heutzutage nutzen, um kundenzentriert Produkte zu entwickeln. Die Grundlagen einer validen Markt- und Wettbewerbsanalyse zählen ebenso zu den wichtigen Eckpfeilern des Moduls, wie die Einführung in eine notwendige Business- und Finanzplanung. Da technologiebasierte Gründungsvorhaben in der Regel einen erhöhten Kapitalbedarf verzeichnen, werden im weiteren Verlauf die Möglichkeiten der Kapitalbeschaffung gesondert behandelt. An dieser Stelle werden auch Elemente der Gründungsförderung innerhalb der Region Hannover vorgestellt. Neben Gründungsprojekten, Produkten und Dienstleistungen, stehen stets auch die persönlichen Anforderungen an die Gründer selbst zur Diskussion. Auf diese Weise lernen die Anwesenden das Thema Existenzgründung als alternative Karriereoption kennen.							
<b>Besonderheiten</b>							
Studienleistung: Um die erlernten Methoden direkt in die praktische Anwendung zu überführen, sollen die Teilnehmenden							

**Modul: Gründungspraxis für Technologie Start-ups****Module:** Practical knowledge for tech-startup-founders

selbst ein Geschäftsmodell entwickeln. Konkret gilt es, Präsentationen in Kleingruppen (bis 5 Personen) zu erarbeiten. Zu Grunde gelegt werden können wahlweise eigene Geschäftsideen oder von der Kursleitung bereitgestellte LUH-Patente. Der Prozess der Geschäftsmodellentwicklung (20 Std. Selbststudium) wird vom Gründungsservice starting business und bedarfsweise in Zusammenarbeit mit dem Patentreferenten begleitet. Die Studienleistung (unbenotet) ist Voraussetzung zur Teilnahme an der Klausur. Alternative I im Master Mechatronik und Robotik PO 2025.

**Literatur**

Blank: Das Handbuch für Startups  
Brettel: Finanzierung von Wachstumsunternehmen  
Fueglistaller: Entrepreneurship Modelle - Umsetzung - Perspektiven  
Hirth: Planungshilfe für technologieorientierte Unternehmensgründungen  
Maurya: Running Lean, Scaling Lean  
Ries: Lean Start-up  
Osterwalder: Business Model Generation  
Peter Thiel: Zero to One

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Umweltingenieurwesen M.Sc.;

# Modul: Handhabungs- und Montagetechnik

Module: Industrial Handling and Assembly

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Annika Raatz					
<b>Institut</b>		Institut für Montagetechnik und Industrierobotik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Handhabungs- und Montagetechnik - Vorlesung				2	Klausur		
Handhabungs- und Montagetechnik - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt einen Gesamtüberblick über die theoretischen Grundlagen der Montagetechnik. Methoden zur Konzeptionierung von Montageanlagen werden behandelt und Beispiele aus der Industrie zur Umsetzung von Füge- und Handhabungsprozessen vorgestellt.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus einer Produktanalyse ein industrielles Montagekonzept abzuleiten,</li> <li>• Montageprozesse zu planen und deren Automatisierbarkeit zu beurteilen,</li> <li>• die Wirtschaftlichkeit von Montageprozessen zu bewerten.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montageplanung nach REFA und weitere Methoden</li> <li>• Montagegerechte Produktgestaltung und Wechselwirkungen zwischen Anlagenstruktur und Produktstruktur</li> <li>• Fügen und Handhaben</li> <li>• Automatisierung von Montageprozessen (manuelle-, hybride-, automatisierte Arbeitsplätze, Zuführtechnik, Industrieroboter, Greiftechnik)</li> <li>• Bewertung der Montage hinsichtlich wirtschaftlicher Kriterien</li> <li>• Vorlesungsbegleitendes studentisches Projekt in dem die Studierenden selbstständig die Montageplanung für ein selbstgewähltes Beispielprodukt erarbeiten</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.							
<b>Literatur</b>							
<p>Bruno Lotter, Hans-Peter Wiendahl: Montage in der industriellen Produktion. Springer-Verlag 2012.</p> <p>Klaus Feldmann, Volker Schöppner, Günter Spur: Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren. Carl Hanser Verlag, 2013.</p> <p>Stefan Hesse: Grundlagen der Handhabungstechnik. Carl Hanser Verlag, 2006.</p>							

## Modul: Handhabungs- und Montagetechnik

Module: Industrial Handling and Assembly

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Maschinenbau B.Sc.; Mechatronik B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.;  
Produktion und Logistik M.Sc.; Technical Education B.Sc.; Wirtschaftsingenieur B.Sc.;

## Modul: Internal Flows

Module: Internal Flows

<b>Type of module</b>		<b>Area of competence</b>					
Wahl		Nachhaltige Energiesysteme					
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>			<b>Grading scale</b>
PL	Written exam		5	90 min			graded
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Attendance study period</b>		56 h					
<b>Self-study time</b>		94 h					
<b>Module coordinator</b>		Dr.-Ing. Dajan Mimic					
<b>Lecturer</b>		Dr.-Ing. Dajan Mimic					
<b>Institute</b>		Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik					
<b>Faculty</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Internal Flows - Vorlesung				2	Written exam		
Internal Flows - Übung				2			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
keine				Empfohlen: Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik I+II			
<b>Qualification goals</b>							
<p>After successfully completing the module, students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand and derive fundamental descriptions of internal flows</li> <li>• Simplify complex internal-flow problems</li> <li>• Identify characteristic flow regions and loss-generating mechanisms</li> <li>• Model the interaction between characteristic flow regions</li> <li>• Evaluate the local loss generation</li> <li>• Assess the effect of local losses on the overall system behaviour</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<p>The module introduces the fundamental fluid dynamic principles and flow interactions necessary for analysing, understanding, and modelling complex internal-flow problems encountered in real-life applications. The module teaches how local flow phenomena affect loss generation and the overall system behaviour of, e.g., turbomachines.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boundary-layer theory</li> <li>• Vortex theory and secondary flow</li> <li>• Vortex–boundary-layer interaction</li> <li>• Compressible flows and shocks</li> <li>• Thermal effects</li> <li>• Loss generation and effect on system behaviour</li> </ul>							
<b>Special features</b>							
Course is in English.							
<b>Literature</b>							
Greitzer, E.M.; Tan, C.S.; Graf, M.B. (2004): Internal Flow. Cambridge University Press.							
<b>Applicability in other degree programs</b>							
Maschinenbau M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

**Modul: International Sustainable Product Development Project (ISPDP)**

Module: International Sustainable Product Development Project (ISPDP)

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Systementwicklung					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe/WiSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1/2. Semester	Admission SoSe:	1/2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope			Grading scale
PL	Projektorientierte Prüfungsform		5	Abschlussbericht (20 Seiten) und Projektpräsentation (15 min)			benotet
Workload		150 h					
Attendance study period		70 h					
Self-study time		80 h					
Module coordinator		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer					
Lecturer		M. Sc. Timo Stauß					
Institute		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
International Sustainable Product Development Project (ISPDP) - Vorlesung				2	Projektorientierte		
International Sustainable Product Development Project (ISPDP) - Hörsaalübung				3	Prüfungsform		
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
keine				keine			
Qualification goals							
<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachhaltigkeitskompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, die 17 Sustainable Development Goals (insbesondere SDG 12) entlang des gesamten Produktlebenszyklus einzuordnen, zu bewerten und für die Entwicklung nachhaltiger(er) Produkte anzuwenden.</li> <li>- Systemisches und zirkuläres Denken: Sie verfügen über ein ganzheitliches, kreislaufwirtschaftlich geprägtes Nachhaltigkeitsverständnis für die Entwicklung innovativer Produkte im internationalen Kontext.</li> <li>- Projektmanagement in hybriden und interkulturellen Teams: Die Studierenden können Projektpläne erstellen, hybride Projekte koordinieren und effektiv in interdisziplinären und interkulturellen Teams arbeiten.</li> <li>- Globale und kulturelle Reflexionsfähigkeit: Sie erkennen die Relevanz kultureller und paradigmatischer Unterschiede für globale Zusammenarbeit, reflektieren die Auswirkungen ihres Handelns im internationalen Kontext und entwickeln ein tieferes Verständnis gesellschaftlicher Werte.</li> <li>- Kreativität und Kommunikationsfähigkeit: Die Studierenden können Produktideen visuell skizzieren und in Präsentationen fachgerecht erläutern sowie durch Perspektivenwechsel zu innovativen Lösungen beitragen.</li> <li>- Berufsorientierung und Zukunftsperspektiven: Sie erhalten Einblicke in internationale Karrierewege in Wissenschaft und Industrie und sind motiviert, sich langfristig an der Lösung globaler Herausforderungen zu beteiligen.</li> </ul>							
Contents							
<p>Das International Sustainable Product Development Project bietet, Studierenden aus Deutschland und den USA eine Plattform für gemeinsame, praxisnahe Projektarbeit im Bereich nachhaltiger Produktentwicklung. Im Mittelpunkt steht dabei der interkulturelle Austausch, der nicht nur die Zusammenarbeit in gemischten Teams fördert, sondern auch ein besseres Verständnis für unterschiedliche Herangehensweisen an Nachhaltigkeit schafft.</p> <p>Der Austausch erfolgt in Zusammenarbeit mit der Pennsylvania State University sowie der Jönköping University und umfasst sowohl virtuelle als auch Präsenzphasen. Geplant ist jeweils eine gemeinsame Projektwoche vor Ort in Pennsylvania sowie eine Woche in Hannover, in der die amerikanischen und schwedischen Studierenden zu Gast in Deutschland sind. Ergänzt wird das Programm durch regelmäßige Online-Termine, die sich über das gesamte Semester</p>							

**Modul: International Sustainable Product Development Project (ISPDP)****Module:** International Sustainable Product Development Project (ISPDP)

erstrecken und somit eine kontinuierliche Zusammenarbeit und Vorbereitung ermöglichen.

Die Veranstaltung ist mit 5 ECTS-Punkten anerkannt und schließt mit einem benoteten Projektbericht im Paper-Charakter von ca. 20 Seiten sowie einer abschließenden Präsentation (ca. 15 Minuten) der erarbeiteten Ergebnisse ab.

**Special features**

ANMELDUNG IM SEPTEMBER! Infos unter :<https://www.ipeg.uni-hannover.de/de/studium/lehrveranstaltungen-mit-praxisbezug>

Dies ist ein Hybridkurs. Der Austausch erfolgt in Zusammenarbeit mit der Pennsylvania State University sowie Jönköping University und umfasst sowohl virtuelle als auch Präsenzphasen. Geplant sind jeweils eine gemeinsame Projektwoche vor Ort in Pennsylvania sowie eine Woche in Hannover, in der die amerikanischen sowie schwedischen Studierenden zu Gast in Deutschland sind. Ergänzt wird das Programm durch regelmäßige Online-Termine, die sich über das gesamte Semester erstrecken und somit eine kontinuierliche Zusammenarbeit und Vorbereitung ermöglichen.

Das Modula kann in allen Bachelor Studiengängen der Fakultät Maschinenbau im Studium Generale oder als Tutorium angerechnet werden.

Das Modul findet in englischer Sprache statt.

**Literature**

Entwicklungsmethodik nachhaltiger Produkte (2025): Prof. R. Lachmayer, Johanna Wurst, Jorin Thelemann, Springer Vieweg

Methodology for the Development of Sustainable Products (2026): Prof. R. Lachmayer, Johanna Wurst, Jorin Thelemann, Springer Nature

**Applicability in other degree programs**

AI Driven Mechatronics and Robotics M. Sc.; Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Konstruktionswerkstoffe**

Module: Materials Science and Engineering

Modultyp		Kompetenzbereich					
Wahl		Nachhaltige Systementwicklung					
Angebot im	Dauer	Sprache	ECTS	Empfohlen ab			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	Zulassung WiSe:	1/2. Semester	Zulassung SoSe:	1/2. Semester
Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)							
Art			ECTS	Dauer / Umfang		Notenskala	
PL	Klausur mit Antwortwahlverfahren		5	60 min		benotet	
Workload		150 h					
Präsenzstudienzeit		42 h					
Selbststudienzeit		108 h					
Modulverantwortliche-r		Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier					
Dozent-in		Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier					
Institut		Institut für Werkstoffkunde					
Fakultät		Fakultät für Maschinenbau					
Aufbau des Moduls							
Veranstaltungstitel und Form				SWS	PL / SL		
Konstruktionswerkstoffe - Vorlesung				2	Klausur mit		
Konstruktionswerkstoffe - Hörsaalübung				1	Antwortwahlverfahren		
Voraussetzungen für die Teilnahme:				Empfohlen für die Teilnahme:			
keine				Werkstoffkunde I und II			
Qualifikationsziele							
<p>Aufbauend auf den grundlegenden Modulen Werkstoffkunde I und II wird in diesem Modul ein Überblick über verfügbare Konstruktionswerkstoffe unter Beachtung der jeweiligen Besonderheiten für deren Einsatz gegeben. Ziel des Moduls ist die Vertiefung elementarer und Vermittlung anwendungsbezogener werkstoffkundlicher Kenntnisse.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Herstellung und Weiterverarbeitung von Werkstoffen zu Halbzeugen und Bauteilen zu beschreiben,</li> <li>• die für einen konstruktiven Einsatz notwendigen Werkstoffeigenschaften bzw. Kennwerte zu benennen und zu begründen,</li> <li>• die Leichtbaupotentiale verschiedener Werkstoffgruppen und von Verbundwerkstoffen zu identifizieren,</li> <li>• anhand von geforderten Eigenschaftsprofilen eine geeignete Werkstoffauswahl zu treffen.</li> </ul>							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbereiche und -grenzen, insbesondere von metallischen Konstruktionsmaterialien</li> <li>• Eigenschaften der Eisenwerkstoffe Stahl und Gusseisen sowie der Leichtmetalle Magnesium, Aluminium und Titan sowie deren Legierungen</li> <li>• Verbundwerkstoffe, Keramiken und Polymere in Bezug auf Herstellung, Materialeigenschaften und Einsatzmöglichkeiten</li> </ul>							
Besonderheiten							
Im Rahmen der Veranstaltung werden freiwillige semesterbegleitende E-Learning-Übungen in StudIP/Ilias angeboten.							
Literatur							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdruck</li> <li>• Bergmann: Werkstofftechnik I und II</li> <li>• Schatt: Einführung in die Werkstoffwissenschaft</li> <li>• Askeland: Materialwissenschaften.</li> <li>• Bargel, Schulz: Werkstofftechnik</li> <li>• Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es per Zugang über aus dem LUH-Netz unter <a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a></li> </ul>							

**Modul: Konstruktionswerkstoffe****Module:** Materials Science and Engineering

[www.springer.com](http://www.springer.com) eine Gratis-Online-Version

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Korrosion**

Module: Corrosion

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	4	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Muendliche Pruefung		4	20 min je Prüfling			benotet
<b>Workload</b>		120 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		78 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr. -Ing Peter Wilk					
<b>Dozent-in</b>		Dr. -Ing Peter Wilk					
<b>Institut</b>		Institut für Werkstoffkunde					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Korrosion - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Korrosion - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt grundlegende und spezifische Kenntnisse der Korrosion, Korrosionsprüfung sowie Schutzmaßnahmen gegen korrosive Einflüsse.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden folgende Kenntnisse und Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennen und erläutern unterschiedlicher Korrosionsmechanismen</li> <li>• Einordnung und Differenzierung des werkstoffspezifischen Korrosionsverhaltens einzelner Metalle und Nichtmetalle</li> <li>• Gegenüberstellung und Bewertung von Verfahren zum Korrosionsschutz sowie zur Bauteilüberwachung</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische und physikalische Grundlagen</li> <li>• Aufbau der Metalle</li> <li>• Korrosionsmechanismen</li> <li>• Werkstoffspezifische Korrosion</li> <li>• Mikrobiologisch induzierte Korrosion</li> <li>• Korrosionsschutz</li> <li>• Korrosion und Normung</li> <li>• Anwendungen von Korrosionsvorgängen</li> <li>• Untersuchungsmethoden</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Blockveranstaltung							
<b>Literatur</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaesche: Die Korrosion der Metalle, Springer</li> <li>• Rahmel, Schwenk: Korrosion und Korrosionsschutz von Stählen, Verlag Chemie</li> <li>• Wendler-Kalsch, Gräfen: Korrosionsschadenkunde, Springer</li> <li>• Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es per Zugang über aus dem LUH-Netz unter <a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a> eine Gratis-Online-Version</li> </ul>							

**Modul: Korrosion**

Module: Corrosion

<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

## Modul: KPE - Kooperatives Produktengineering

Module: Cooperative Product Engineering

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung, Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	10	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		10	3 Stunden (Zwischen- und Abschlusspräsentation)			benotet
<b>Workload</b>		300 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		112 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		188 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena Prof. Dr. oec. Publ. Stefan Helber					
<b>Institut</b>		Institut für Fabrikanlagen und Logistik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
KPE - Kooperatives Produktengineering - Übung				8	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul KPE vermittelt Grundkenntnisse zur Lösung praxisnaher Problemstellung mit dem Fokus auf der Konzipierung und Auslegung von neuartigen Produkten und/oder automatisierten Produktions- sowie Transportsystemen.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständig Problemstellungen aus der Praxis zu identifizieren und zu bearbeiten,</li> <li>• Anforderungen zur Realisierung von Automatisierungslösungen zielorientiert abzuleiten,</li> <li>• Methoden und Werkzeuge des Projektmanagements anzuwenden,</li> <li>• technische Lösungen/Konzepte wirtschaftlich zu analysieren,</li> <li>• die Leistungsfähigkeit von Produktionssystemen (simulativ) zu untersuchen und anhand von ausgewählten Kennzahlen zu bewerten,</li> <li>• die Kommunikation und Vorstellung von Projektergebnissen professionell durchzuführen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>KPE ist eine Initiative von Instituten des Maschinenbaus, der Wirtschaftswissenschaften und einem Partner aus der Industrie, welche die Zusammenarbeit von Studierenden im Masterstudium aus verschiedenen Fachrichtungen fördert. Am Beispiel der Produktion eines industriellen Serienprodukts werden in Teamarbeit (ca. 6 Teilnehmer/innen je Gruppe) eigene Ideen und Konzepte anhand realer Problemstellungen des Industriepartners entwickelt. Im Studium erlernte Methoden werden dabei praxisnah angewendet. Bewertet werden die Mitarbeit im Projekt sowie die Präsentation der Ergebnisse beim Industriepartner. Für weiterführende Informationen zum KPE sowie zur Bewerbung siehe <a href="http://www.kpe.iphhannover.de">www.kpe.iphhannover.de</a></p>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Bearbeitung einer realen Problemstellung in interdisziplinären Gruppen, mit regelmäßigen Treffen mit dem Industriepartner und dem Steuerkreis sowie integrierte Seminare (Projektmanagement, Präsentationstraining, Wirtschaftlichkeitstutorium). Die Teilnahme an der Veranstaltung bedarf einer fristgerechten Bewerbung und Zustimmung durch den Prüfenden. Infos zur Bewerbung auf <a href="http://www.kpe.iph-hannover.de">www.kpe.iph-hannover.de</a>.</p>							

**Modul: KPE - Kooperatives Produktengineering****Module:** Cooperative Product Engineering**Literatur**

keine

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Umweltingenieurwesen M.Sc.;  
Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Kreislauftechnik**

Module: Recycling technology

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		5	120 min/20 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres					
<b>Dozent-in</b>		Dr. Madina Shamsuyeva					
<b>Institut</b>		Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Kreislauftechnik - Vorlesung				3	Klausur / Muendliche Pruefung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Dringend empfohlen: Vorheriger Besuch der Vorlesung Polymerwerkstoffe			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul baut auf Grundlagen der Polymerwerkstoffe und der nachhaltigen Produktion auf und verschafft den Studierenden einen Überblick über die ökologischen Chancen, technischen Herausforderungen sowie bereits etablierte und zukünftige Kreislauftechnologien. Zielsetzung des Moduls ist der Aufbau von Kompetenzen für den Entwurf und Umgang mit Kreislauftechnologien im Kunststoffbereich.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Einsatzbereiche von Polymerwerkstoffen zu benennen und zu erläutern,</li> <li>• die vielfältigen werkstoff- und produktabhängigen Kunststoffverarbeitungstechnologien zu erörtern,</li> <li>• Anwendungsgebiete und Anwendungsgrenzen für verschiedene Kreislaufansätze und Recyclingtechnologien einzuordnen,</li> <li>• die Zusammenhänge zwischen Mikrostruktur und makroskopischen Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften der Rezyklate zu erläutern,</li> <li>• ökologische Einschätzungen für verschiedene End of Life und New Life Optionen vorzunehmen,</li> <li>• geeignete Recyclingverfahren für die verschiedenen Kunststoffprodukte und Abfallströme unter technischen und ökologischen Gesichtspunkten selbständig auszuwählen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Kunststoffanwendungen, Lebenszyklen und Abfallmarkt</li> <li>• Weitere End of Life Optionen von Kunststoffen (Energetische Nutzung, Reduktionsmittel, Deponie, Littering, ...)</li> <li>• Herausforderungen beim Kunststoffrecycling im Vergleich zu anderen Werkstoffen (Metalle, Papier, Glas)</li> <li>• Eigenschaften und Anwendungen von Rezyklaten</li> <li>• Design for Recycling-Strategien</li> <li>• Ökologische Bewertungsmethoden von Kreislaufösungen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.							

**Modul: Kreislauftechnik****Module:** Recycling technology

<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;

## Modul: Lean Production

Module: Lean Production

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur		5	90 min		benotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt					
<b>Dozent-in</b>		M. Sc. Luca Mastroianni Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt					
<b>Institut</b>		Institut für Fabrikanlagen und Logistik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Lean Production - Vorlesung				2	Klausur		
Lean Production - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Betriebsführung			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt Methoden der Lean Philosophie.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der „Lean Philosophie“ im Kontext von Produktionssystemen und Ressourceneffizienzsteigerungen anzuwenden</li> <li>• Erfolgsfaktoren schlanker Produktionssysteme zu identifizieren</li> <li>• Kritische Auswahl und Anwendung der zugrundeliegenden Methoden. Die Inhalte umfassen unter anderem die Bereiche Wertschöpfung und Verschwendung, Rüstprozessanalyse, Just-in-Time, Shopfloor Management sowie Lean Administration und Lean Sustainability.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Die Inhalte umfassen unter anderem die Bereiche Wertschöpfung und Verschwendung, Rüstprozessanalyse, Just-in-Time, Shopfloor Management sowie Lean Administration und Lean Sustainability.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die schlanke Produktion</li> <li>• Produktion im Fluss</li> <li>• Just-in-Time</li> <li>• Rüstprozessanalyse</li> <li>• Wertstrommanagement</li> <li>• Total Quality Maintenance &amp; Total Productive Management</li> <li>• Lean Sustainability</li> <li>• Shopfloor Management</li> <li>• Lean Administration</li> <li>• Gastvorlesungen mit Praxisbezug</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Termine: s. Ankündigung in Stud.IP Die Vorlesung wird durch einzelne Übungen und den "Production Trainer"-Workshop ergänzt.							

**Modul: Lean Production****Module:** Lean Production

Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich

**Literatur**

Vorlesungsskript (PDF im Stud.IP)

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Logistische Modelle der Lieferkette

Module: Logistic Models in Production

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis					
<b>Institut</b>		Institut für Fabrikanlagen und Logistik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Logistische Modelle der Lieferkette - Vorlesung				2	Klausur		
Logistische Modelle der Lieferkette - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Empfohlen: Produktionsmanagement			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt ein umfassendes Verständnis für die Abläufe innerhalb der Lieferkette.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Abläufe innerhalb der Lieferkette zu beschreiben,</li> <li>• das logistische Systemverhalten der Lieferkettenelemente zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• darauf aufbauend Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten und logistische Potenziale zu bewerten.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung des logistischen Systemverhaltens von Elementen (Lager, Fertigung, Montage) innerhalb eines produzierenden Unternehmens</li> <li>• Beschreibungs-, Wirk- und Entscheidungsmodelle (bspw. Produktions-, Lagerkennlinien und Bereitstellungsdiagramme).</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Keine							
<b>Literatur</b>							
Nyhuis, Wiendahl (2012): Logistische Kennlinien. Wiendahl (1997): Fertigungsregelung. Lödding (2016): Verfahren der Fertigungssteuerung.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

# Modul: Management von interdisziplinären Entwicklungsprojekten

Module: Management of interdisciplinary Engineering Projects

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Projektorientierte Prüfungsform		5	Projektbericht			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		70 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		80 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		M. Sc. Johanna Wurst-Köster					
<b>Dozent-in</b>		M. Sc. Jorin Thelemann					
<b>Institut</b>		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Management von interdisziplinären Entwicklungsprojekten - Vorlesung				2	Projektorientierte Prüfungsform		
Management von interdisziplinären Entwicklungsprojekten - Übung				3			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Der vorherige Besuch der Veranstaltungen Produktentwicklung I-III ist hilfreich			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die projektorientierte Modul Management von Entwicklungsprojekten und das Masterlabor Integrierte Produktentwicklung finden im Rahmen eines kooperativen Industrieprojekts mit der Firma DMG MORI sowie der Fakultät III der Hochschule Hannover für Produktdesign statt und sollen in der Regel gemeinsam belegt werden. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>interdisziplinär zusammen zuarbeiten</li> <li>mechatrischen Systementwicklung zu erklären</li> <li>sie können innovative Produktkonzepte entwickeln</li> <li>sie können Projekte organisieren und leiten</li> <li>sie haben Kreativitäts- und Problemlösungskompetenzen erlernt</li> <li>sie kennen Kreativitätstechniken und die Bewertung der technischen Realisierbarkeit.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Die Zusammenarbeit mit den Studierenden aus dem Produktdesign erfolgt in 2er Teams, wobei jeweils eine Person aus dem Design und den Ingenieurwissenschaften kooperativ zusammenarbeiten. Die zu bearbeitende Aufgabe liegt im Feld der nachhaltigkeitsorientierten Zertifizierung von Werkzeugmaschinen im zweiten Produktleben, wird gemeinsam mit unserem Industriepartner gestellt und erfordert ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit mit den jeweiligen Designer:innen der Arbeitsgruppe. Im Rahmen der Veranstaltung findet eine voraussichtlich zweitägige, anrechenbare Exkursion zum Industriepartner statt. Das Projekt umfasst neben der Recherche zum Stand der Technik, insbesondere die Anwendung von Kreativitätstechniken und die Unterstützung der Ideenfindung. Darüber hinaus wird durch die Studierenden der Ingenieurwissenschaften eine Bewertung der technischen Realisierbarkeit vorgenommen und ein virtuelles Modell des Konzepts erstellt. Hierbei sollen die in den Kursen Produktentwicklung I-III gewonnenen Kenntnisse angewendet und vertieft werden. Zum Abschluss der Veranstaltung werden die Ergebnisse des Projekts von den Studierenden beim Industriepartner präsentiert.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Da die Zahl der Studierenden auf 10-12 Personen begrenzt ist, wird im Vorraus ein halbseitiges Motivationsschreiben eingefordert. In diesem Motivationsschreiben soll dargelegt werden, wie sich die Studierenden die Zusammenarbeit in den</p>							

**Modul: Management von interdisziplinären Entwicklungsprojekten****Module:** Management of interdisciplinary Engineering Projects

Arbeitsgruppen vorstellen und welche Kompetenzen sie in das Team einbringen können. Das Motivationsschreiben muss bis zum 16.03. per E-Mail an wurst@ipeg.uni-hannover.de versendet werden. Sie erhalten bis zum 21.03. Rückmeldung über ihre Teilnahme.

**Literatur**

keine

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;

# Modul: Materialermüdung

Module: Materials Fatigue

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	ca. 20 min		benotet	
SL	Ausarbeitung		1	15 Seiten		Unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			42 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			108 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Maier				
<b>Institut</b>			Institut für Werkstoffkunde				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Materialermüdung - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Materialermüdung - Labor				1	Ausarbeitung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen der Messtechnik; Materialprüfung			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über die experimentelle Methodik zur Ermittlung von Ermüdungskennwerten und die darauf aufbauenden Auslegungskonzepte. Es wird der Zusammenhang zur Mikrostruktur zyklisch beanspruchter Werkstoffe aufgezeigt und eine Einführung in die Bruchmechanik gegeben. Weitere thematische Schwerpunkte sind der Einfluss von Kerben auf die Ermüdungsbruchanfälligkeit und das Materialverhalten unter variabler Beanspruchung.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsfälle von Bauteilen bei zyklischer Belastung erkennen und nach der zu erwartenden Lebensdauer unterscheiden,</li> <li>• Experimentelle Methoden zur Ermittlung von Ermüdungskennwerten erläutern,</li> <li>• Ermüdungsmechanismen und den Zusammenhang zur Mikrostruktur zyklisch beanspruchter Werkstoffe beschreiben,</li> <li>• den Einfluss von Kerben auf die Ermüdungsbruchanfälligkeit von Bauteilen aufzeigen und durch entsprechende Kennwerte berücksichtigen, die verschiedenen Auslegungskonzepte abhängig von der Art der Beanspruchung ableiten und anwenden.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Methodik,</li> <li>• Auslegungskonzepte (Stress-life approach / Strain-life approach),</li> <li>• Mikrostruktur und zyklisches Verformungsverhalten,</li> <li>• Grundzüge der Bruchmechanik,</li> <li>• Kerben,</li> <li>• Variable Beanspruchung</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Eine Exkursion befindet sich in der Planung, weitere Informationen werden in der Vorlesung bekannt gegeben und ausgehängt.							

**Modul: Materialermüdung****Module:** Materials Fatigue**Literatur**

- Vorlesungsskript
- Munz, Schwalbe, Mayr: Dauerschwingverhalten metallischer Werkstoffe, Vieweg, 1971.
- Christ: Ermüdungsverhalten metallischer Werkstoffe, Werkstoff-Informationsgesellschaft, Frankfurt, 1998.
- Christ: Wechselverformung von Metallen, Springer-Verlag, Berlin, 1991
- Klesnil, P. Lukas: Fatigue of Metallic Materials, 2. Auflage, Elsevier, Amsterdam, 1992
- Suresh: Fatigue of Materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1991
- Bannantine, Comer, Handrock: Fundamentals of Metal Fatigue Analysis, Prentice-Hall, NJ, 1990

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Messtechnik

Module: Metrology

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min			benotet
SL	Labor		1	Regelungstechnisches Praktikum			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		70 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		80 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Dozent-in</b>		PD Dr.-Ing. Markus Kästner					
<b>Institut</b>		Institut für Mess- und Regelungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Messtechnik - Vorlesung				2	Klausur		
Messtechnik - Übung				1	Labor		
Messtechnik - Übung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Digitale Systeme, Regelungstechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der Messtechnik und führt in die Programmiersprache C ein.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Messtechnik I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Messtechnik zu definieren,</li> <li>• Linear-zeitinvariante Systeme zu beschreiben,</li> <li>• Zeitkontinuierliche Messsysteme im Zeit- und im Laplace-Bereich zu modellieren,</li> <li>• Messkennlinien zu bestimmen,</li> <li>• das Übertragungsverhalten von Messsystemen passiv und aktiv zu optimieren,</li> <li>• mit grundlegenden Operationsverstärkerschaltungen umzugehen und analogen Messsignale zu verstärken,</li> <li>• Kenngrößen und Kriterien von passiven und aktiven Filter für analoge Messsignale auslegen,</li> <li>• Grundlagen der Messwertstatistik für eine oder mehrere Zufallsvariablen zu beschreiben.</li> </ul> <p>Informationstechnisches Praktikum C:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu einfachen algorithmischen Problemen einen Lösungsansatz zu finden und den Algorithmus in C zu realisieren,</li> <li>• den Aufbau von Programmiersprachen zu erläutern und einfache Programme zu schreiben,</li> <li>• Sprachkonstrukte, Datentypen und Befehle der Programmiersprache C darzulegen und anzuwenden.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Das Modul besteht aus der Lehrveranstaltung Messtechnik I und 2 Versuchen aus dem Informationstechnischen Praktikum (Informationstechnisches Praktikum C).</p> <p>Messtechnik I: Der Kurs stellt eine Einführung in die Messtechnik dar. Der Messvorgang wird durch ein mathematisches Modell beschrieben und analysiert. Dabei wird das Messsystem stationär und dynamisch im Zeit- und Frequenzbereich betrachtet. Es werden Maßnahmen zur Verbesserung des Übertragungsverhaltens, Verstärkung und Filterung behandelt. Zudem wird auf die Messwertstatistik eingegangen unter Betrachtung von Häufigkeitsverteilungen, Fehlerfortpflanzung und linearer Regression.</p>							

**Modul: Messtechnik**

Module: Metrology

Informationstechnisches Praktikum C: Strukturierte Programmierung, Programm Ablaufpläne, Aufbau von Programmen und Programmiersprachen, Zeichensatz der Programmiersprache C: Schlüsselwörter, Bezeichner, Operatoren: Arithmetik, Priorität, Assoziativität, Polymorphismus, Ein- und Ausgabe, Formatanweisungen, Kontrollstrukturen: Operation, Auswahl, Schleifen, Variablen: Typen, Deklarationen, Adressierung im Speicher, Typdefinitionen Zeiger, Funktionen, Rekursion Arrays, Strings, Strukts, Dynamische Speicherverwaltung: Stack, Heap, Verkette Listen, Dateioperationen, Bibliotheken, Header-Dateien.

**Besonderheiten**

keine

**Literatur**

B. Girod, R.Rabenstein, A. Stenger: Einführung in die Systemtheorie, Teubner T. Mühl: Einführung in die elektrische Messtechnik, Teubner+Vieweg J. Hoffmann, Taschenbuch der Messtechnik. Fachbuchverlag Leipzig P. Baumann: Sensorschaltungen, Simulation mit Pspice, Vieweg DIN 1319: Grundbegriffe der Messtechnik DIN 1301: Einheiten, Einheitenamen; Einheitenzeichen J. Lehn: Einführung in die Statistik, Vieweg

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;

**Modul: Nachhaltige Produktion**

Module: Sustainable Production

Modultyp		Kompetenzbereich					
Wahl		Nachhaltige Produktion					
Angebot im	Dauer	Sprache	ECTS	Empfohlen ab			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	Zulassung WiSe:	1/2. Semester	Zulassung SoSe:	1/2. Semester
Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)							
Art			ECTS	Dauer / Umfang			Notenskala
PL	Klausur		5	90 min			benotet
Workload		150 h					
Präsenzstudienzeit		42 h					
Selbststudienzeit		108 h					
Modulverantwortliche-r		Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Schmidt					
Dozent-in		Dr.-Ing. Tobias Heinen M.Sc. Mark Meiertöns					
Institut		Institut für Fabrikanlagen und Logistik					
Fakultät		Fakultät für Maschinenbau					
Aufbau des Moduls							
Veranstaltungstitel und Form				SWS	PL / SL		
Nachhaltige Produktion - Vorlesung				2	Klausur		
Nachhaltige Produktion - Übung				1			
Voraussetzungen für die Teilnahme:				Empfohlen für die Teilnahme:			
keine				Empfohlen: Einführung in die Nachhaltigkeitswissenschaft, Umweltrecht und Nachhaltigkeitspolitik			
Qualifikationsziele							
Das Modul vermittelt Wissen über die nachhaltige Produktion in Unternehmen.							
Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bedeutung des Konzepts der Nachhaltigkeit für Produktionsunternehmen einzuordnen,</li> <li>• herauszustellen, welche Bereiche eines Produktionsunternehmens (bspw. Produktion, Beschaffung, Distribution) im Sinne der Nachhaltigkeit gestaltet werden können,</li> <li>• konkrete Stellhebel zur Gestaltung der Nachhaltigkeit in Produktionsunternehmen zu benennen und zu bewerten,</li> <li>• sich selbst eine Meinung zu bilden, wie sie das Konzept der Nachhaltigkeit im späteren Berufsleben umsetzen können,</li> <li>• den anderen Teilnehmern die Ergebnisse von fachthemenbezogenen Case Studies zielführend zu präsentieren.</li> </ul>							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsvortrag Einführung und begriffliche Grundlagen</li> <li>• Grundlegende Modelle der Nachhaltigkeit</li> <li>• Strategische Implementierung</li> <li>• Energieeffizienz I</li> <li>• Energieeffizienz II</li> <li>• Materialeffizienz</li> <li>• CO2-Bilanzierung</li> <li>• Transformation von Fabriken</li> <li>• Mitarbeiteraspekte in der Fabrik</li> <li>• Bewertung von Nachhaltigkeit</li> <li>• Gastvorlesung mit Praxisbezug</li> </ul>							
Besonderheiten							
Termine: s. Ankündigung auf <a href="http://www.ifa.uni-hannover.de">www.ifa.uni-hannover.de</a> und in Stud.IP							
Das Modul ist Pflichtmodul im B.Sc. Nachhaltige Ingenieurwissenschaft und das inhaltliche Niveau an dem Vorkenntnisstand des Studiengangs orientiert (siehe empfohlene Vorkenntnisse).							

**Modul: Nachhaltige Produktion****Module:** Sustainable Production**Literatur**

Vorlesungsskript (PDF im Stud.IP)

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Umweltingenieurwesen M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Nachhaltige Stahlwerkstoffe

Module: Sustainable Steel Materials

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	20 min je Prüfling		benotet	
SL	Studienleistung		1	E-learning Übung		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Thomas Hassel				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr. jur. C. Stewing				
<b>Institut</b>			Institut für Werkstoffkunde				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nachhaltige Stahlwerkstoffe - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Nachhaltige Stahlwerkstoffe - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Nachhaltige Stahlwerkstoffe - Exkursion				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Werkstoffkunde I und II			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul vermittelt spezifische Kenntnisse über die Herstellung sowie die Verwendung von Stahlwerkstoffen.							
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stahlherstellungsverfahren sowie Veredlungsprozesse darzulegen,</li> <li>• die Unterschiede zwischen Stahl und Gusseisenwerkstoffen zu erläutern,</li> <li>• den Einfluss bestimmter Legierungselemente auf die Stahleigenschaften zu bestimmen,</li> <li>• verschiedene Stahlsorten anhand der gängigen Bezeichnungsnomenklaturen zu erkennen,</li> <li>• aufgrund der Kenntnis von grundlegenden physikalischen und mechanischen Eigenschaften unterschiedlicher Eisenbasiswerkstoffe eine anwendungsbezogene Werkstoffauswahl zu treffen,</li> <li>• Wärmebehandlungsverfahren und deren Wirkung für spezifische Stähle detailliert zu erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stahlherstellung</li> <li>• Weiterverarbeitungsverfahren</li> <li>• Legierungsentwicklung</li> <li>• Wärmebehandlungsverfahren</li> <li>• Werkstoffverhalten</li> <li>• Werkstoffportfolio</li> <li>• Walztechnologien</li> <li>• Oberflächenveredelung</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Industriezweigen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Starker Praxisbezug; Exkursionen in die stahlherstellende Industrie. Zudem werden im Rahmen der Veranstaltung freiwillige semesterbegleitende E-Learning-Übungen in StudIP/Ilias angeboten.							

**Modul: Nachhaltige Stahlwerkstoffe****Module:** Sustainable Steel Materials**Literatur**

- Vorlesungsskript
- Läßle: Wärmebehandlung des Stahls

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

## Modul: Nachhaltiges Produktdesign – Entwicklung nachhaltiger Produkte und studentisches Designprojekt

Module: Sustainable Product Engineering – Development of sustainable products and student design project

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	60 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Studentisches Designprojekt			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer M. Sc. Johanna Wurst-Köster					
<b>Institut</b>		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nachhaltiges Produktdesign – Entwicklung nachhaltiger Produkte				2	Klausur		
Nachhaltiges Produktdesign – Entwicklung nachhaltiger Produkte				2	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Empfohlen: Konstruktionslehre I, Fortgeschrittene Konstruktionslehre II			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Entwicklung nachhaltiger(er) Produkte erfordert nicht nur ein grundlegendes Verständnis für die komplizierten Wechselwirkungen innerhalb der Produktentwicklung selbst, sondern auch eine erweiterte Methodenkompetenz in der Analyse ökologischer, ökonomischer sowie sozialer Auswirkungen von Produkten.</p> <p>Im Modul Entwicklung nachhaltiger Produkte erwerben die Studierenden methodische und praktische Kompetenzen für die erfolgreiche Entwicklung nachhaltiger(er) technischer Produkte sowie der damit verbundenen Herausforderungen. Es richtet sich an Bachelor- und Masterstudierende, die grundlegende Fähigkeiten sowie Kompetenz in der Entwicklung technischer Produkte vor dem Hintergrund eines steigenden Bedarfs ganzheitlich nachhaltiger(er) Produkte erwerben möchten. In Teamarbeit wird begleitend zur Vorlesung und in diese integrierte Übungen eine Semesteraufgabe in Gruppenarbeit bearbeitet. Diese Semesteraufgabe umfasst die Optimierung eines Alltagsprodukt unter Anwendung der in der Veranstaltung vermittelten Inhalte.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Geschäftsmodelle und übergeordnete Richtlinien und Regeln zu Themen, wie Sicherheit und Compliance, in die Produktentwicklung einzuordnen</li> <li>• Produktlebenszyklen im Sinne einer angestrebten Kreislaufwirtschaft zu analysieren</li> <li>• verschiedene Bewertungsmethoden nachhaltiger Produkte und Prozesse zu benennen und anzuwenden</li> <li>• ausgehend des Erstellens von Konzepten und Produktarchitekturen über den Entwurf und die Gestaltung von Produkten die Inhalte einer Entwicklung nachhaltiger Produkte wiederzugeben und exemplarisch durchzuführen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Methoden und Modelle der Produktentwicklung</li> <li>• Gesetzliche Rahmenbedingungen und sonstige Normative zur Entwicklung nachhaltiger(er) Produkte</li> <li>• Gestaltungsprinzipie und Regeln für die Entwicklung sowie Bewertung nachhaltiger(er) Produkte</li> <li>• Fallbeispiele und Lessons Learned</li> </ul>							

## Modul: Nachhaltiges Produktdesign – Entwicklung nachhaltiger Produkte und studentisches Designprojekt

**Module:** Sustainable Product Engineering – Development of sustainable products and student design project

### Besonderheiten

Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.

### Literatur

Vorlesungsfolien - Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte, Springer, 2009 - Scholz, U.; Pastoors, S.; Becker, J.; Hofmann, D.; van Dun, R.: Praxishandbuch Nachhaltige Produktentwicklung, Springer, 2018

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Maschinenbau B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik B.Sc.;

## Modul: Nichteisenmetallurgie

Module: Metallurgy of Non-Ferrous Metals

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	4	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Muendliche Pruefung		4	45 min (Doppelprüfung)			benotet
<b>Workload</b>		120 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		64 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr. -Ing. Dirk Bormann					
<b>Dozent-in</b>		Dr. -Ing. Dirk Bormann					
<b>Institut</b>		Institut für Werkstoffkunde					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Nichteisenmetallurgie - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Nichteisenmetallurgie - Exkursion				1			
Nichteisenmetallurgie - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Werkstoffkunde I und II			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul gibt einen vertiefenden Einblick in die Wertschöpfungskette aus Sicht eines Industrieunternehmens (Georg Fischer Automotive), die Werkstoffeigenschaften und die Prozess-Eigenschafts-Beziehungen der Leichtmetalle Aluminium, Magnesium und Titan.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Struktur eines aluminiumverarbeitenden Betriebes zu beschreiben,</li> <li>• werkstoffkundliche Grundlagen der verwendeten Materialien und die Anpassung der Eigenschaften durch den Herstellprozess darzulegen,</li> <li>• die Mechanismen der Werkstoffbeeinflussung zu schildern,</li> <li>• Gewinnung, Verarbeitung und Recycling der Leichtmetalle zu erläutern,</li> <li>• Eigenschaften der verschiedenen Legierungsfamilien und deren herstelltechnischen bzw. verwendungsspezifischen Besonderheiten anhand verschiedener Anwendungsbeispiele aus Leichtbau und Verkehrstechnik auszuweisen,</li> <li>• anwendungsabhängig einen geeigneten Leichtbauwerkstoff auszuwählen und die Auswahl detailliert zu begründen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichtliche Entwicklung</li> <li>• Aluminiumherstellung</li> <li>• Metallurgie des Aluminiums</li> <li>• Festigkeitssteigerung und Wärmebehandlung von Aluminium</li> <li>• Metallurgie des Magnesiums</li> <li>• Eigenschaften von Titanlegierungen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Blockveranstaltung mit Terminvereinbarung							
<b>Literatur</b>							
Vorlesungsumdruck; Gottstein: Physikalische Grundlagen der Materialkunde; Schatt, Worch: Werkstoffwissenschaft;							

**Modul: Nichteisenmetallurgie****Module:** Metallurgy of Non-Ferrous Metals

Heumann: Diffusion in Metallen.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Oberflächentechnik

Module: Surface Engineering

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	4	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	60 min			benotet
<b>Workload</b>		120 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		78 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Möhwald					
<b>Dozent-in</b>		Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Möhwald					
<b>Institut</b>		Institut für Werkstoffkunde					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Oberflächentechnik - Vorlesung				2	Klausur		
Oberflächentechnik - Exkursion				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Werkstoffkunde I und II			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Anforderungen an Bauteiloberflächen steigen stetig, sei es zum Korrosions- oder Verschleißschutz von Massenprodukten wie verzinkten Blechen oder plasmanitrierten Wellen oder in Hochtechnologiebereichen wie z. B. der Luft- und Raumfahrt. Die Oberflächentechnik bietet vielfältige Möglichkeiten zum Verbessern von Bauteileigenschaften, wie etwa dem Widerstand gegen tribologische oder korrosive Beanspruchung, der Wärmeleitfähigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit, der Schwingfestigkeit oder auch den optischen Eigenschaften.</p> <p>Das Modul dient der Vermittlung elementarer und anwendungsbezogener werkstoffkundlicher Kenntnisse.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbereiche und -grenzen von metallischen Konstruktionsmaterialien herzuleiten,</li> <li>• eine optimale Auswahl von Werkstoffen für den technischen Einsatz vorzunehmen,</li> <li>• Verfahren der Oberflächentechnik und ihre Anwendung im Maschinenbau einzuordnen und die relevanten Verfahren zu skizzieren,</li> <li>• Möglichkeiten der Oberflächentechnik zum Verbessern von Bauteileigenschaften zu erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Randschichtverfahren</li> <li>• Beschichtungsverfahren und Charakterisierung von Beschichtungen</li> <li>• mechanische, chemische, thermische, thermomechanische und thermochemische Verfahren</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Im Rahmen der Vorlesung findet eine Exkursion in das FORTIS statt, bei der die Verfahren der Oberflächentechnik praktisch erfahren werden, weitere Informationen werden in der Vorlesung bekannt gegeben. Zudem werden im Rahmen der Veranstaltung freiwillige semesterbegleitende E-Learning-Übungen in StudIP/Ilias angeboten.</p>							
<b>Literatur</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Bergmann: Werkstofftechnik Teil 1+2</li> <li>• Schatt: Einführung in die Werkstoffwissenschaft</li> </ul>							

**Modul: Oberflächentechnik****Module:** Surface Engineering

- Askeland: Materialwissenschaften
- Bargel, Schulz: Werkstofftechnik

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Nanotechnologie M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung II

Module: Environmental Sustainability Assessment II

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Hausarbeit		5	20 Seiten		benotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			42 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			108 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Sebastian Spierling				
<b>Dozent-in</b>			Dr.- Ing. Venkateshwaran Venkatachalam				
<b>Institut</b>			Institut für Kunststoff- und Kreislauftechnik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung II - Vorlesung				3	Hausarbeit		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Environmental Sustainability assessment I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt praktische Kenntnisse über die Durchführung von softwaregestützten Nachhaltigkeitsbewertungen und deren Dokumentation (insbesondere der ökologischen Aspekte) von Produkten, Prozessen und Technologien. Das Modul baut direkt auf der Umweltverträglichkeitsprüfung I auf. Es werden sowohl die Methoden als auch die praktischen Anwendungen und Einsatzgebiete erläutert. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vorgehensweise bei der Erstellung von Nachhaltigkeitsbewertungen benennen und erläutern,</li> <li>• verschiedene Softwarefunktionen für Nachhaltigkeitsbeurteilungen nutzen,</li> <li>• Datenbanken und Datensätze im Zusammenspiel mit der Software beschreiben</li> <li>• führen selbständig softwaregestützte Ökobilanzen für Produkte durch,</li> <li>• bewerten den Einfluss verschiedener End-of-Life-Situationen für unterschiedliche Produkte auf die ökologische Gesamtbelastung die ökologische Gesamtbelastung,</li> <li>• erstellen Ökobilanzberichte auf der Grundlage der Ergebnisse.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über Softwaresysteme für die Nachhaltigkeitsbewertung</li> <li>• Durchführung von Nachhaltigkeitsbewertungen mit Softwaresystemen</li> <li>• Interaktion zwischen Softwaresystem und Bewertung</li> <li>• Bewertung verschiedener Produkte und Lebenszyklusphasen (Produktionsphase, Nutzungsphase, End-of-Life-Phase)</li> <li>• Anwendung und Funktionen eines Softwaresystems zur Nachhaltigkeitsbewertung</li> <li>• Erstellung einer Produkt-Ökobilanz</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Hausarbeit als Prüfung. Bitte beachten Sie, dass die Anzahl der Teilnehmer auf 25 begrenzt ist.							
<b>Literatur</b>							
<p>Life Cycle Assessment Theory and Practice (ISBN 978-3-319-56475-3)                  Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products (ISBN 1118528271)                  Life Cycle Assessment (LCA) A Guide to Best Practice (ISBN 978-3-527-32986-1)</p>							

## Modul: Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung II

Module: Environmental Sustainability Assessment II

Verwendbarkeit in anderen Studiengängen
Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: OpenFOAM for Combustion Simulations**

Module: OpenFOAM for Combustion Simulations

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Energiesysteme					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe	1 Semester	Englisch	5	Admission WiSe:	1. Semester	Admission SoSe:	2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind	ECTS		Duration / Scope			Grading scale	
PL	Projektorientierte Prüfungsform		5	Präsentation 20 min + Projektbericht 10 Seiten			benotet
Workload		150 h					
Attendance study period		42 h					
Self-study time		108 h					
Module coordinator		Prof. Dr. Abdulla Ghani					
Lecturer		Prof. Dr. Abdulla Ghani					
Institute		Institut für Technische Verbrennung					
Faculty		Fakultät für Maschinenbau					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
OpenFOAM for Combustion Simulations - Vorlesung				2	Projektorientierte		
OpenFOAM for Combustion Simulations - Übung				1	Prüfungsform		
Requirements for participation:				Recommended for participation:			
none				Basic knowledge in Computational Fluid Dynamic (CFD).			
Qualification goals							
<p>(1) Use the Cantera to compute and assess physicochemical properties and information of different combustion processes.</p> <p>(2) Set up, run, monitor, and evaluate non-reactive and reactive 1D/2D flow simulations in OpenFOAM.</p> <p>(3) Analyze simulation data, compute Flame Transfer Functions, and compare results against experimental reference data.</p> <p>(4) Visualise flow and scalar fields in ParaView and interpret the outputs.</p>							
Contents							
<p>1) Introduction to essential Linux command-line tools.</p> <p>2) First steps with the Cantera Python package for chemical-kinetics calculations in combustion.</p> <p>3) Overview of the OpenFOAM finite-volume CFD framework, including setup and execution of non-reacting test cases.</p> <p>4) 1D and 2D simulations of methane and hydrogen combustion using simple and detailed chemistry mechanisms: case preparation, execution, monitoring, and post-processing.</p> <p>5) Computation of Flame Transfer Functions and comparison with experimental data.</p> <p>6) Visualization and analysis of fields and simulation results using ParaView.</p>							
Special features							
This course is offered as a block course and is limited to 16 participants.							
Literature							
<p>Poinsot, T., &amp; Veynante, D. (2005). Theoretical and numerical combustion. RT Edwards, Inc.</p> <p>Kornilov, V. N., Rook, R. (2009). Experimental and numerical investigation of the acoustic response of multi-slit Bunsen burners</p> <p>Casel, M., &amp; Ghani, A. (2023). Analysis of the flame dynamics in methane/hydrogen fuel blends at elevated pressures. OpenFOAM user guide. <a href="https://doc.cfd.direct/openfoam/user-guide-v10/">https://doc.cfd.direct/openfoam/user-guide-v10/</a></p>							
Applicability in other degree programs							
Maschinenbau B.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;							

# Modul: Optimierung technischer Systeme

Module: Optimization of technical systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	20 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Projektarbeit		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Thomas Leveringhaus				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach				
<b>Institut</b>			Institut für Elektrische Energiesysteme				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Elektrotechnik und Informatik				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Optimierung technischer Systeme - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Optimierung technischer Systeme - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Optimierung technischer Systeme - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Aufbau, Wirkungsweise und Modellierung von Komponenten elektrischer Anlagen und Systeme.			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Vermittlung von Grundlagenwissen und Anwendungsmöglichkeiten von Optimierungen zur eigenständigen Anwendung anhand von praktischen Beispielen in elektrischen Energiesystemen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf anwendungsbezogenem Wissen und anwendungsbezogenen Kompetenzen. Eine Herleitung mathematischer Grundlagen erfolgt nicht. Das erlernte Wissen und die erlernten Kompetenzen sollen im Rahmen von Masterarbeiten an den beteiligten Fachgebieten eigenständig weiterentwickelt werden.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die Optimierung elektrischer Energiesysteme</li> <li>2. Grundlagen der Optimierung</li> <li>3. Die Darstellungen in Kapitel 3 bis 6 erfolgen anhand von Beispielen elektrischer Energiesysteme</li> <li>4. Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen und mathematische Lösungsverfahren</li> <li>5. Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen und mathematische Lösungsverfahren</li> <li>6. Ganzzahlige und gemischt-ganzzahlige Optimierungsprobleme</li> <li>7. Heuristische Verfahren zur Lösung von Optimierungsproblemen</li> </ol>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Die Vorlesung wird in Zusammenarbeit der Fachgebiete Elektrische Energieversorgung und Elektrische Energiespeichersysteme angeboten. Studienleistung erfolgt in Form einer Projektarbeit.</p>							
<b>Literatur</b>							
nach Absprache							

## **Modul: Optimierung technischer Systeme**

**Module:** Optimization of technical systems

<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Elektro- und Informationstechnik M.Sc.; Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;

## Modul: Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung

Module: Photovoltaic module production and application

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		4	90 min/20 min			benotet
SL	Labor		1				unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Henning Schulte- Huxel					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Henning Schulte- Huxel					
<b>Institut</b>		Institut für Montagetechnik und Industrierobotik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung - Labor				1	Labor		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studierenden erwerben anwendungsorientierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Funktion, Herstellung und Anwendung von Photovoltaikmodulen. Sie kennen die grundlegenden PV-Produktionsprozesse sowie die aktuellen Herausforderungen bei der Weiterentwicklung von PV-Modulen. Letzteres wird auch im Selbststudium anhand von Fachliteratur erarbeitet.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der PV im Energiesystem und Potenzial</li> <li>• Anwendungsoptionen und PV-Systeme</li> <li>• Grundlegende Funktion einer Solarzelle</li> <li>• Aufbau und Herstellungen von Solarzellen</li> <li>• Überblick Modulherstellung (kristalline Silizium und Dünnschicht-Module)</li> <li>• Schnittstelle Zell und Modul, Optik</li> <li>• Verschattungskonzept und Verbindungstechnik für Solarzellen</li> <li>• Verkapselung von Solarzellen</li> <li>• Prüfung und Sicherheit von PV-Modulen</li> <li>• Degradationsmechanismen und Methoden der Vermeidung</li> <li>• Ressourcen und Recycling</li> </ul> <p>Das erlernte Wissen soll im Rahmen der Exkursion vertieft werden. Dabei werden Forschungslinien der Solarzell- und Modulproduktion im Betrieb betrachtet. Zudem werden die Schritte der Modulproduktion in einem Laborpraktikum selber durch die Studierenden umgesetzt und PV-Module hergestellt.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
Das Laborpraktikum findet im Rahmen einer Exkursion zum Institut für Solarenergieforschung in Hameln, einem An-Institut der LUH in Emmerthal, statt. Die Teilnahme an der Exkursion/dem Blockpraktikum ist für das Erreichen der 5 LP im Wahlpflichtbereich erforderlich.							

**Modul: Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung****Module:** Photovoltaic module production and application

<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.;

## Modul: Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung

Module: Photovoltaic module production and application

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		4	90 min/20 min		benotet	
SL	Labor		1			unbenotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Henning Schulte- Huxel					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Henning Schulte- Huxel					
<b>Institut</b>		Institut für Montagetechnik und Industrierobotik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung - Labor				1	Labor		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studierenden erwerben anwendungsorientierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Funktion, Herstellung und Anwendung von Photovoltaikmodulen. Sie kennen die grundlegenden PV-Produktionsprozesse sowie die aktuellen Herausforderungen bei der Weiterentwicklung von PV-Modulen. Letzteres wird auch im Selbststudium anhand von Fachliteratur erarbeitet.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der PV im Energiesystem und Potenzial</li> <li>• Anwendungsoptionen und PV-Systeme</li> <li>• Grundlegende Funktion einer Solarzelle</li> <li>• Aufbau und Herstellungen von Solarzellen</li> <li>• Überblick Modulherstellung (kristalline Silizium und Dünnschicht-Module)</li> <li>• Schnittstelle Zell und Modul, Optik</li> <li>• Verschattungskonzept und Verbindungstechnik für Solarzellen</li> <li>• Verkapselung von Solarzellen</li> <li>• Prüfung und Sicherheit von PV-Modulen</li> <li>• Degradationsmechanismen und Methoden der Vermeidung</li> <li>• Ressourcen und Recycling</li> </ul> <p>Das erlernte Wissen soll im Rahmen der Exkursion vertieft werden. Dabei werden Forschungslinien der Solarzell- und Modulproduktion im Betrieb betrachtet. Zudem werden die Schritte der Modulproduktion in einem Laborpraktikum selber durch die Studierenden umgesetzt und PV-Module hergestellt.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
Das Laborpraktikum findet im Rahmen einer Exkursion zum Institut für Solarenergieforschung in Hameln, einem An-Institut der LUH in Emmerthal, statt. Die Teilnahme an der Exkursion/dem Blockpraktikum ist für das Erreichen der 5 LP im Wahlpflichtbereich erforderlich.							

**Modul: Photovoltaik-Modulproduktion und -anwendung****Module:** Photovoltaic module production and application

<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.;

# Modul: Physik der Solarzelle

Module: Solar Cell Physics

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur		5	90 min/20 min		benotet	
SL	Studienleistung		0	Kurzklausuren		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel				
<b>Institut</b>			Institut für Festkörperphysik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Mathematik und Physik				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Physik der Solarzelle - Vorlesung				2	Klausur		
Physik der Solarzelle - Hörsaalübung				2	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Einführung in die Festkörperphysik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der Photovoltaik und können diese selber anwenden. Photovoltaik stellt ein wichtiges Anwendungsgebiet der Nanotechnologie dar. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleitergrundlagen</li> <li>• Optische Eigenschaften von Halbleitern</li> <li>• Transport von Elektronen und Löchern</li> <li>• Mechanismen der Ladungsträgerrekombination</li> <li>• Herstellungsverfahren für Solarzellen</li> <li>• Charakterisierungsmethoden für Solarzellen</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen der Wirkungsgradverbesserung</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Die Studienleistung wird in Form von Kurzklausuren erbracht, die im Rahmen der Hörsaalübungen stattfinden. Zur Vorbereitung gibt es freiwillige Arbeitsblätter und Hausübungen. Die Prüfungsleistung ist dann eine Klausur. Ohne Bestehen der Studienleistung ist eine Teilnahme an der Prüfungsleistung nicht möglich. Nach dem Bestehen beider Leistungsnachweise gibt es insgesamt 5 ECTS. Die Vorlesung und Übung zu „Physik der Solarzelle“ findet ausschließlich in deutscher Sprache statt. Die Vorlesungsfolien sind in Englisch.							
<b>Literatur</b>							
Würfel, P.: Physik der Solarzellen, Spektrum Akademischer Verlag, 2000; Goetzberger, A.; Voß, B.; Knobloch, J.: Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner 1994							

## **Modul: Physik der Solarzelle**

**Module:** Solar Cell Physics

<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Optische Technologien B.Sc.; Optische Technologien M.Sc.;

## Modul: Projektierung von Bioenergieanlagen

Module: Project Planning of Bioenergy Plants

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		2	Seminarleistung (40%)			benotet
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		4	90 min/30 min (60 %)			benotet
<b>Workload</b>		180 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		124 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>							
<b>Dozent-in</b>							
<b>Institut</b>		Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Projektierung von Bioenergieanlagen - Vorlesung				2	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		
Projektierung von Bioenergieanlagen - Hörsaalübung				2	Klausur / Muendliche Pruefung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Umweltbiologie und -chemie, Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik, Thermodynamik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in Bezug auf Konzeptionierung, Aufbau, Betrieb und Optimierung von Anlagen für die Erzeugung von Bioenergie. In Teams von 5 Personen erstellen und präsentieren die Studierenden eine eigene Ausarbeitung wobei die Teams zwischen einer Biogasanlage oder einer Biomassepyrolyseanlage wählen können. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die mikrobiologischen Prozesse der anaeroben Umwandlung organischer Substrate (NaWaRo, Wirtschaftsdünger oder organische Abfälle) bzw. der Biogasproduktion darstellen und anhand der im Kurs vermittelten Parameter charakterisieren und bewerten. Auch sind die Studierenden in der Lage den Biomassepyrolyseprozess darzustellen und den positiven Effekt der CO<sub>2</sub>-Reduktion zu bewerten.</p> <p>Ferner haben die Studierenden gelernt mögliche Verfahren entsprechend der Aufgabenstellung auszuwählen und Betriebsparameter zu definieren. Auf Grund der Ausführungen, Übungen und der eigenen Teamarbeit haben die Studenten die Kompetenz erlangt, unter Berücksichtigung rechtlicher, ökologischer und ökonomischer sowie sicherheitsrelevanter Aspekte</p> <p>den Betrieb a.) einer landwirtschaftlichen Biogasanlage sowie der Produktverwertung (Gas, Strom, Nährstoffe) und b.) einer Biomassepyrolyseanlage sowie deren Biokohle- und Wärmeverwertung zu diskutieren. Ferner werden im Kurs wissenschaftliche Methoden vermittelt, um die erläuterten Prozesse zu analysieren und zu optimieren bzw. auch zu hinterfragen. Auch üben die Studierenden die Zwischenergebnisse der eigenen Ausarbeitung zu präsentieren und auf kritische Fragen zu antworten.</p>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übersicht der Bioenergieanlagen</li> <li>- Grundlagen der anaeroben Umsetzungsprozesse, Grundlagen der Pyrolyse von Biomassen</li> <li>- Analytik und Prozessmesstechnik</li> <li>- Verfahrenstechnik der Biogasgewinnung (Reaktorbauweise, Reaktorkinetik)</li> <li>- Verfahrenstechnik der Biomassepyrolyse (Anlagentechnik)</li> <li>- Auswahl und -management der Inputstoffe</li> </ul>							

## Modul: Projektierung von Bioenergieanlagen

Module: Project Planning of Bioenergy Plants

- Rechtliche Rahmenbedingungen und Fragen der Sicherheit
- Anlagenbetrieb,-steuerung und Optimierung
- Nutzung- und aufbereitung der Outputstoffe (Biogas, Gärrest; Biokohle, Wärme)
- Aspekte der Wirtschaftlichkeit und Vergütung
- Ausgewählte Beispielanlagen

### Besonderheiten

Anwendung der Methoden des Problemorientierten Lernens, Exkursion Veranstaltung. Die Seminarleistung in Gruppenarbeit anzufertigen.

### Literatur

Eine aktuelle Literaturliste ist in StudIP verfügbar.

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Maschinenbau M.Sc.;

## Modul: Regelungstechnik II

Module: Automatic Control Engineering II

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur		5	90 min		benotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Christian Pape				
<b>Dozent-in</b>			Dr.-Ing. Christian Pape				
<b>Institut</b>			Institut für Mess- und Regelungstechnik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Regelungstechnik II - Vorlesung				2	Klausur		
Regelungstechnik II - Hörsaalübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Regelungstechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt weiterführendes Wissen im Bereich der Analyse von Regelstrecke und Auslegung von Reglern im Frequenz- und Zeitbereich. Außerdem werden die Grundlagen der digitalen Regelungstechnik vermittelt.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analog-Digital-Umsetzer und Digital-Umsetzer mathematisch zu beschreiben,</li> <li>• die z-Transformation in der Regelungstechnik anzuwenden,</li> <li>• LTI-Glieder im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren,</li> <li>• analoge und digitale Regelkreise im Zeit- und Frequenzbereich zu beschreiben und auf Stabilität und Performance zu prüfen,</li> <li>• Regler im Zeitbereich auszulegen (z. B. PID-Regler oder optimal-Regler),</li> <li>• Regler im Frequenzbereich auszulegen (z. B. Dead-Beat-Regler),</li> <li>• die o.g. Verfahren in Matlab programmieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung zeitkontinuierlicher Regelstrecken mit Digital-Analog- und Analog-Digital-Umsetzer</li> <li>• zeitdiskrete Übertragungsglieder (z-Transformation, Übertragungsverhalten im Zeit- und Frequenzbereich, digitale Filter)</li> <li>• Stabilität linearer Regelkreise</li> <li>• Entwurfsverfahren für digitale Regler (Dead-Beat-Entwurf, diskretes Äquivalent analoger Regler, Wurzelortskurvenverfahren, Nyquist-Verfahren, Zustandsregler, etc.)</li> <li>• Erzeugung der Regelalgorithmen im Zeitbereich und deren Implementierung auf Mikrorechnern</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Studierende der Nachhaltigen Ingenieurwissenschaften, können Regelungstechnik II (ET, IRT) Prof. Müller hören oder die Regelungstechnik II (MB, IMR) . Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.</p>							

**Modul: Regelungstechnik II****Module:** Automatic Control Engineering II**Literatur**

- Jörgl: Repetitorium Regelungstechnik Band 2. 2. Auflage, Oldenburg Verlag, 1998 - Lutz/Wendt: Taschenbuch der Regelungstechnik: mit Matlab und Simulink. 8. Auflage, Harri Deutsch Verlag, 2010 - Lunze: Regelungstechnik 2; Mehrgrößensysteme; Digitale Regelung. 6. Auflage, Springer, 2010 - Oppenheim/Schafer: Zeitdiskrete Signalverarbeitung. 2. Auflage, Pearson Studium, 2004

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Informatik M.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Mathematik M.Sc.; Mechatronik B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Physik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Regelungstechnik II (ET)**

Module: Control Engineering II (Electrical Engineering)

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	120 min			benotet
SL	Labor		1	Vorarbeiten/ Hausübung mit prakt. Teil			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Matthias Müller					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Matthias Müller					
<b>Institut</b>		Institut für Regelungstechnik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Regelungstechnik II (ET) - Vorlesung				2	Klausur		
Regelungstechnik II (ET) - Hörsaalübung				1	Labor		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Regelungstechnik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studierenden beherrschen Methoden und Verfahren zur Gestaltung der dynamischen Eigenschaften von geregelten Systemen im Zustandsraum. Sie kennen grundlegende Verfahren linearer zeitkontinuierlicher Systeme sowie die Stabilitätseigenschaften nichtlinearer Systeme.							
<b>Inhalte</b>							
Methoden der Zustandsraumdarstellung; Polzuweisung, Vorsteuerung; Optimale Regelung; Beobachterentwurf, Störgörßenbeobachter; Kalman Filter; Stabilitätsanalyse nach Lyapuniv							
<b>Besonderheiten</b>							
Keine							
<b>Literatur</b>							
Föllinger, O.: Regelungstechnik, 8. Auflage, Hüthig Verlag, Heidelberg 1994; Lunze, J.: Regelungstechnik, Band 1, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1999; Horn, M.; Dourdoumas, N.: Regelungstechnik, Pearson Studium, München 2004; Hippe, P.; Wurmthaler, Ch.: Zustandsregelung, Springer-Verlag, Berlin 1985; Ludyk, G.: Theoretische Regelungstechnik, Band 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1995.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Mechatronik B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;							

# Modul: RobotChallenge

Module: RobotChallenge

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Querschnitt Nachhaltige Ingenieurwissenschaft</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe/SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		5	10-15 min Vortrag		benotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			42 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			108 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel				
<b>Dozent-in</b>			Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel				
<b>Institut</b>			Institut für Mechatronische Systeme				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
RobotChallenge - Vorlesung				2	Veranstaltungsbegleitende		
RobotChallenge - Übung				1	Pruefung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Zwingend: Programmiererfahrung in Phyton in C oder C++ oder CAD Konstruktionsfähigkeiten, Empfohlen: Robotik I,			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul vermittelt auf praxisnahe Weise Methoden verschiedener Teilgebiete der mobilen Robotik.							
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versionsverwaltungssysteme im Team (Git) und die Kommandozeile unter Linux grundsätzlich zu verwenden,</li> <li>• das Robot Operating System (ROS) zur Applikationsentwicklung in simulativen und realen Roboteranwendung zu nutzen,</li> <li>• Algorithmen zur Pfadplanung, Lokalisation, Aufgabensteuerung und grundlegender Bildverarbeitung unter Verwendung üblicher Softwarebibliotheken (PCL, OpenCV) zu entwickeln und zu implementieren,</li> <li>• komplexe Problemstellungen in Teamarbeit zu koordinieren und in mehrmonatiger Projektarbeit zu lösen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
In der Veranstaltung RobotChallenge am Institut für Mechatronische Systeme erhalten die Teilnehmenden auf sehr praxisnahe Weise Einblicke in die angewandten Methoden der Industrie- und Medizinrobotik. Durch die Kooperation mit dem Projekt RISE (Research and Innovation in Student Exoskeleton development) des Fachgebiets Medizintechnik der TU Berlin liegt der Fokus in diesem Semester auf der Entwicklung robotischer Exoskelette. Ziel der Veranstaltung ist es, ein tragbares Hightech-Hilfsmittel zu entwerfen und zu optimieren, das querschnittgelähmten Menschen das Aufstehen, Gehen und die Überwindung von Hindernissen im Alltag erleichtern soll. Während in der Vorlesung die theoretischen Grundlagen vermittelt werden, setzen die Studierenden diese Kenntnisse in den Arbeits-Sprints unmittelbar in die Praxis um. Dabei stehen insbesondere die Bereiche Hardware, Software und die direkte Mensch-Maschine-Interaktion im Fokus. In interdisziplinären Teams (Bspw. "Energieversorgung, Verkabelung & Personenschutz", "Balance Sensorik u. Embedded Systems" oder "Gleichgewichtsregelung und Trajektorien" durchlaufen die Teilnehmenden praxisorientierte und aufeinander aufbauende Arbeitspakete, die von der Konzeption und Entwicklung bis hin zur Erprobung reichen.							
<b>Besonderheiten</b>							
Neben der Vermittlung der Theoretischen Inhalte durch die hybride Vorlesung, wird das Wissen in 3 Arbeits-Sprints pro Semester in die Praxis überführt. Praktische Anwendung von Lehrinhalten an mobilen Roboterplattformen. Die RobotChallenge ist eine Vorlesung mit Wettbewerbscharakter für Studierende der Fakultäten Elektrotechnik und Maschinenbau. Teilnehmerzahl begrenzt auf 10							

**Modul: RobotChallenge****Module:** RobotChallenge**Literatur**

Vorlesungsunterlagen

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;  
Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

**Modul: Robotik I**

Module: Robotics I

Modultyp		Kompetenzbereich					
Wahl		Nachhaltige Systementwicklung					
Angebot im	Dauer	Sprache	ECTS	Empfohlen ab			
WiSe	1 Semester	Deutsch/Englisch	5	Zulassung WiSe:	1/2. Semester	Zulassung SoSe:	1/2. Semester
Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)							
Art		ECTS	Dauer / Umfang			Notenskala	
PL	Klausur	4	90 min			benotet	
SL	Studienleistung	1	Labor			unbenotet	
Workload		150 h					
Präsenzstudienzeit		56 h					
Selbststudienzeit		94 h					
Modulverantwortliche-r		Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel					
Dozent-in		Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel					
Institut		Institut für Mechatronische Systeme					
Fakultät		Fakultät für Maschinenbau					
Aufbau des Moduls							
Veranstaltungstitel und Form			SWS	PL / SL			
Robotik I - Vorlesung			2	Klausur			
Robotik I - Übung			1	Studienleistung			
Robotik I - Labor			1				
Voraussetzungen für die Teilnahme:			Empfohlen für die Teilnahme:				
keine			Regelungstechnik; Mehrkörpersysteme; Technische Mechanik				
Qualifikationsziele							
Das Modul vermittelt moderne Verfahren der Robotik.							
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• serielle Roboter mathematisch zu beschreiben (Koordinatentransformationen, direkte und inverse Kinematik, Jacobi-Matrix, kinematisch redundante Roboter, Bahnplanung, Dynamik),</li> <li>• serielle Roboter hochgenau zu regeln (Einzelachsregelung, Mehrachsregelung, Impedanzregelung, Admittanzregelung),</li> <li>• und für Applikationen geeignet anzupassen.</li> </ul>							
Inhalte							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen der (differenziell) kinematischen und dynamischen Modellierung</li> <li>• aktuelle Bahnplanungsansätze</li> <li>• fortgeschrittene regelungstechnische Methoden</li> </ul>							
Besonderheiten							
Das Modul wird im Wintersemester vom IMES (Fakultät für Maschinenbau) und im Sommersemester vom IRT (Fakultät für Elektrotechnik und Informatik) gelesen. Das Modul besteht aus Vorlesung, Hörsaalübung, Computerübung (Studienleistung) sowie freiwilligen Zusatzangeboten (Virtual-Reality Übung und Remote Laboratory). Die schriftliche Prüfung (4 ECTS) ist unabhängig von der Computerübung (1 ECTS). Die Teilnahme an der Computerübung ist jedoch erforderlich zum Erhalten des fünften Leistungspunktes. Falls nur eine von beiden Leistungen (Klausur oder Computerübung) bestanden werden, kann die ausstehende Leistung nachgeholt werden. Die Note erstreckt sich auf das Gesamtmodul (5 ECTS). Erst wenn die Studienleistung bestanden ist, kann das Modul abgeschlossen werden.							
Literatur							
Vorlesungsskript; weiterführende Sekundärliteratur wird kursbegleitend im StudIP zur Verfügung gestellt.							
Verwendbarkeit in anderen Studiengängen							
Biomedizintechnik M.Sc.; Computational Methods in Engineering M.Sc.; Elektro- und Informationstechnik B.Sc.; Elektro-							

**Modul: Robotik I****Module:** Robotics I

und Informationstechnik M.Sc.; Informatik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mathematik M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Medizintechnik B.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Navigation und Umweltrobotik M.Sc.; Physik M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Technical Education Elektrotechnik M.Sc; Technische Informatik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Rotoraerodynamik

Module: Rotor Aerodynamics

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur / Muendliche Pruefung		4	90 min/30 min		benotet	
SL	Hausarbeit		1	ca. 10 Seiten		unbenotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Markus Raffel					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Markus Raffel					
<b>Institut</b>		Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Rotoraerodynamik - Vorlesung				2	Klausur / Muendliche Pruefung Hausarbeit		
Rotoraerodynamik - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Strömungsmechanik II, Englischkenntnisse			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul gibt eine Einführung in die Strömungsvorgänge an Profilen von gehäuselosen Rotoren wie sie beispielsweise an Windenergieanlagen und Hubschraubern vorkommen.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen der Rotoraerodynamik zu kennen,</li> <li>• analytische sowie numerische Methoden zur Rotorblattauslegung und Charakterisierung zu kennen und teilweise anzuwenden,</li> <li>• zahlreiche Verfahren und die entsprechenden Versuchsaufbauten zur Vermessung von Rotoren zu kennen und zu beschreiben,</li> <li>• Lärmquellen und Methoden zur Lärminderung an Rotoren und Hubschraubern zu benennen und</li> <li>• den Aufbau und Ablauf aerodynamischer Experimente zu verstehen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Thematische Schwerpunkte liegen auf den Gebieten numerischer und experimenteller Simulation rotierender Blätter. Neben den Grundlagen der jeweiligen Verfahren werden insbesondere auch Aspekte der Wirkungsgradbestimmung und -optimierung beleuchtet und durch Vorführungen veranschaulicht. Die Diskussion der aerodynamischen Vorgänge erfolgt anhand von Beispielen aus der Luftfahrt. Die Vorlesung wendet sich als praxisorientierte Einführung insbesondere an Studenten/innen mit Interesse an aerodynamischen Themen.</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Im Rahmen der Vorlesung werden voraussichtlich eine Windkraftanlage, eine Versuchsanlage für Messungen schwingender Profile sowie das DLR in Göttingen besichtigt. Des Weiteren sollen praktische Übungen am DLR stattfinden. Innerhalb des Semesters sollen die Studierenden unter Absprache mit dem Dozenten eine Hausarbeit über gelernte Vorlesungsinhalte ausarbeiten.</p>							

**Modul: Rotor aerodynamik****Module:** Rotor Aerodynamics**Literatur**

Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter [www.springer.com](http://www.springer.com) eine Gratis Online-Version.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Technische Informatik M.Sc.;

# Modul: Rotorblatt-Entwurf für Windenergieanlagen

Module: Rotor Blade Design for Wind Turbines

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	6	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP		5	Hausarbeit 25 Seiten, Vortrag 5 min,			benotet
SL	Studienleistung		1	Diskussion 20 min			unbenotet
				Labor, Vor- und Nachberietung 10 h			

<b>Workload</b>	180 h
<b>Präsenzstudienzeit</b>	70 h
<b>Selbststudienzeit</b>	110 h
<b>Modulverantwortliche-r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter
<b>Dozent-in</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter
<b>Institut</b>	Institut für Windenergiesysteme
<b>Fakultät</b>	Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie

<b>Aufbau des Moduls</b>		
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>	<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>
Rotorblatt-Entwurf für Windenergieanlagen - Vorlesung	2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ /
Rotorblatt-Entwurf für Windenergieanlagen - Übung	1	VbP
Rotorblatt-Entwurf für Windenergieanlagen - Labor	2	Studienleistung
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>		<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>
keine		Windenergietechnik I

**Qualifikationsziele**

Dem Entwurf von Rotorblättern kommt bei der Entwicklung von Windenergieanlagen (WEA) eine besondere Bedeutung zu, da die Effizienz von WEA maßgeblich durch die Beschaffenheit ihrer Rotorblätter abhängt. In diesem Modul werden die Kerngebiete des Rotorblattentwurfs behandelt. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- die physikalischen Eigenschaften klassischer Materialien für den Einsatz bei Rotorblättern von WEA erläutern
- die strukturellen Bauteile eines Rotorblatts benennen und ihre Funktionsweise erklären
- geeignete Materialien für die einzelnen strukturellen Bauteile auswählen
- die klassische Laminattheorie und Versagensmodelle für Faserverbundwerkstoffe erklären
- das mechanische Verhalten von Rotorblättern auf Basis von Balkenmodellen berechnen und analysieren
- eine aerodynamische und strukturelle Auslegung im Hinblick auf Ertrags- oder Lastoptimierung durchführen und den Zusammenhang dieser beiden Entwurfszielgrößen einordnen
- die Performanz von Rotorblättern einordnen
- gängige Technologien für die Fertigung von Rotorblättern unterscheiden
- Methoden der experimentellen Verifikation im Labor und im Freifeld erläutern

**Inhalte**

- Historie der Rotorblattkonstruktion
- Eigenschaften verwendeter Materialien
- Mechanisches Verhalten von Faserverbundwerkstoffen
- Klassische Laminattheorie und Balkenmodell für Rotorblätter
- Aerodynamische und strukturelle Auslegung
- Fertigungs- und Prüfverfahren
- CompLAB: Labor zur Fertigung von Faserverbund-Bauteilen bis hin zu einem Modellrotorblatt von ca. 2 m Länge

**Modul: Rotorblatt-Entwurf für Windenergieanlagen****Module:** Rotor Blade Design for Wind Turbines**Besonderheiten**

Die Vorlesungsunterlagen sind englischsprachig. Das CompLAB findet in Kleingruppen innerhalb einer 4-tägigen Blockveranstaltung in Bremerhaven statt; die Unterkunft wird vom Institut bereitgestellt. Das Modul ist auf 16 Teilnehmende limitiert. Das Verfahren zur Auswahl der Teilnehmenden bei größerem Interesse wird in der ersten Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

**Literatur**

- Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007
- Wiedemann, J.: Leichtbau, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007
- Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung angegeben

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

# Modul: Smart Buildings

Module: Smart Buildings

<b>Type of module</b>		<b>Area of competence</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
unregelmäßig	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>		<b>Grading scale</b>	
PL	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		5	Projekt oder Workshop		benotet	
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Attendance study period</b>		28 h					
<b>Self-study time</b>		122 h					
<b>Module coordinator</b>		Prof. Dr.-Ing. Philipp Geyer					
<b>Lecturer</b>		Prof. Dr.-Ing. Philipp Geyer					
<b>Institute</b>		Institut für Entwerfen und Konstruieren, Nachhaltige Gebäude Systeme					
<b>Faculty</b>		Fakultät für Architektur und Landschaft					
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Smart Buildings - Seminar				2	Veranstaltungsbegleitende Pruefung		
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
keine				keine			
<b>Qualification goals</b>							
<p>Students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comprehend the Concept of Smart Buildings:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• define what a smart building is and describe its key features and technologies.</li> <li>• articulate the benefits of implementing smart building systems.</li> </ul> </li> <li>• <b>Describe the Role of IoT in Buildings:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain how the Internet of Things (IoT) is integrated into building systems to enhance functionality and connectivity.</li> <li>• describe how IoT devices communicate and interact within smart buildings.</li> </ul> </li> <li>• <b>Analyze Building Energy Monitoring Techniques:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identify various methods and technologies used for monitoring and managing energy consumption in smart buildings.</li> <li>• evaluate the effectiveness of different energy monitoring techniques in improving energy efficiency and sustainability.</li> </ul> </li> <li>• <b>Explain Building Control Systems:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the principles and applications of building control systems, including HVAC, lighting, security, and access control systems.</li> <li>• develop refurbishment strategies to improve building energy performance.</li> </ul> </li> <li>• <b>Interpret data for decision making and automation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• investigate and describe the application of artificial intelligence (AI) in automating and optimizing building operations.</li> </ul> </li> </ul> <p>utilize tools for visualizing and interpreting data collected from smart building measurements to make informed.</p>							
<b>Contents</b>							
<p>The "Smart Buildings" Modul offers students a deep dive into the future of building design and technology integration. It begins by defining smart buildings, showcasing their innovative features and advanced technologies that revolutionize</p>							

**Modul: Smart Buildings****Module:** Smart Buildings

modern architecture. The course emphasizes the critical role of the Internet of Things (IoT) in creating interconnected building systems that enhance functionality and user experience. Through an exploration of various energy monitoring techniques, the course highlights how smart buildings achieve remarkable energy efficiency and sustainability. A detailed study of building control systems, including HVAC, lighting, security, and access control, reveals how these systems can be optimized for superior performance. Additionally, the course covers essential skills in data handling and visualization, teaching how to interpret and act on data from smart building systems. This course equips future architects with the knowledge and tools to design the smart, efficient, and sustainable buildings of tomorrow.

**Special features**

keine

**Literature**

keine

**Applicability in other degree programs**

# Modul: Smart Testing - Innovative und nachhaltige Erprobung dynamischer Systeme

Module: Smart Testing - Innovative and Sustainable Investigation of Dynamic Systems

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Muendliche Pruefung		5	15 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Christian Cramer					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Christian Cramer					
<b>Institut</b>		Institut für Dynamik und Schwingungen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Smart Testing - Innovative und nachhaltige Erprobung dynamischer Systeme - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Smart Testing - Innovative und nachhaltige Erprobung dynamischer Systeme - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt breitgefächerte Kompetenzen zur experimentellen Untersuchung dynamischer Systeme in Industrie und Wissenschaft. In den begleitenden Rechnerübungen erlernen die Studierenden die praktische Anwendung der Lehrinhalte.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsfragen in eine zielgerichtete und nachhaltige Versuchsplanung zu überführen</li> <li>• Anwendungsspezifisch einen Versuchsaufbau zu planen und geeignete Sensoren auszuwählen</li> <li>• Rechnergestützt Messsignale aufzubereiten und die dynamischen Systemeigenschaften zu charakterisieren</li> <li>• Das methodische Vorgehen wissenschaftlich zu beschreiben und die Versuchsergebnisse adressatengerecht darzustellen</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Die experimentelle Untersuchung dynamischer Systeme steht im Zentrum vieler Forschungsprojekte in Industrie und Wissenschaft. Durch "Smart Testing" kann zukünftig die Anzahl realer Tests reduziert und die Nachhaltigkeitsbilanz verbessert werden. Es werden innovative Methoden von der "Versuchsplanung" bis zur "Darstellung der Ergebnisse" vermittelt. Durch zahlreiche Beispiele aus der Fahrzeugindustrie und die begleitenden Rechnerübungen wird ein hoher Praxisbezug hergestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zielgerichtete und nachhaltige Versuchsplanung</li> <li>• Methoden zur rechnergestützten Aufbereitung von gemessenen Rohdaten</li> <li>• Innovative Methoden zur Identifikation dynamischer Systemeigenschaften aus realen Messdaten</li> <li>• Ansprechende Darstellung der Versuchsergebnisse in Industrie und Wissenschaft</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
-Es werden fünf kleine Aufgaben angeboten, deren freiwillige Bearbeitung als Bonus bei der mündlichen Prüfung berücksichtigt wird.							

## Modul: Smart Testing - Innovative und nachhaltige Erprobung dynamischer Systeme

**Module:** Smart Testing - Innovative and Sustainable Investigation of Dynamic Systems

-Die Studierenden haben die Möglichkeit einen realen Fahrversuch durchzuführen und die Messdaten auszuwerten.  
-Es wird eine Exkursion zum Continental Prüfgelände "Contidrom" mit Befahren der verschiedenen Versuchsstrecken angeboten.

### Literatur

-Schramm, D.; Hiller, M.; Bardini, R.: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen, Springer, 2013.  
-Mitschke, M.; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer, 2004.  
-Pacejka, H.: Tire and Vehicle Dynamics, Butterworth-Heinemann, 2012.

### Verwendbarkeit in anderen Studiengängen

Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017;

## Modul: Spanende Werkzeugmaschinen

Module: Cutting machine tools

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Benjamin Bergmann M. Sc. Henning Buhl					
<b>Institut</b>		Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Spanende Werkzeugmaschinen - Vorlesung				2	Klausur		
Spanende Werkzeugmaschinen - Hörsaalübung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Werkzeugmaschinen I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Die Ausführungen spanender Werkzeugmaschinen sind vielfältig und zumeist bestimmten Bearbeitungsverfahren angepasst. So zählen Drehmaschinen, Bohrmaschinen, Fräsmaschinen, Verzahnmaschinen und Schleifmaschinen unterschiedlichster Art zu den spanenden Werkzeugmaschinen. Durch die Komplexität heutiger Produkte werden hohe Anforderungen an die Herstellungsprozesse und damit auch an die Werkzeugmaschinen gestellt. Dies macht die ständige Neu- und Weiterentwicklung spanender Werkzeugmaschinen erforderlich.</p> <p>Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über unterschiedliche Werkzeugmaschinenarten und deren Einsatzgebiete.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen nach ihren Bauformen und ihrem Automatisierungsgrad einzuteilen und zu bewerten,</li> <li>• die speziellen Anforderungen, die aus den unterschiedlichen Fertigungsverfahren resultieren, zu benennen,</li> <li>• die Funktionsweise von Werkzeugmaschinen und der erforderlichen Peripherie zu erläutern,</li> <li>• eine Maschine auf ihre Tauglichkeit für einen Anwendungsfall zu untersuchen,</li> <li>• eine Werkzeugmaschine auszulegen sowie grundlegende Berechnungen zur Auslegung durchzuführen,</li> <li>• die Arbeitsspindel für einen geplanten Fertigungsprozess auszulegen und hinsichtlich ihrer Steifigkeit zu bewerten,</li> <li>• das Potential von Optimierungsmaßnahmen und Simulationswerkzeugen für die Maschinenstruktur aufzuzeigen,</li> <li>• mit Hilfe der Maschinenrichtlinien Maßnahmen für das Inverkehrbringen von Werkzeugmaschinen zu ergreifen,</li> <li>• Automatisierungsstrategien für die Überwachung und Regelung von Werkzeugmaschinen zu erläutern.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehmaschinen</li> <li>• Fräsmaschinen</li> <li>• Bearbeitungszentren</li> <li>• Arbeitsspindel und Lager</li> </ul>							

**Modul: Spanende Werkzeugmaschinen****Module:** Cutting machine tools

- Schleifmaschinen
- Verzahnungsmaschinen
- Einrichten und Überwachen von Werkzeugmaschinen
- Intelligente Werkzeugmaschinen
- Vorstellung weiterer Maschinenkinematiken

**Besonderheiten**

Kein Vorlesungsbetrieb in Wintersemestern, Unterlagen (Vorlesung und Übung) des Sommersemesters weiterhin gültig. Es wird eine vorlesungsbegleitende freiwillige Semesteraufgabe angeboten, welche auf die Klausur angerechnet wird.

**Literatur**

Vorlesungsskript; Tönshoff: Werkzeugmaschinen, Springer-Verlag; Weck: Werkzeugmaschinen, VDI-Verlag

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Produktion und Logistik M.Sc.;

# Modul: Sustainable Software Solutions

Module: Sustainable Software Solutions

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahl</b>			<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
WiSe	1 Semester	Englisch	5	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>		<b>Grading scale</b>	
PL	Presentation		4	10 min		ungraded	
SL	Academic achievement		1	Term Paper		ungraded	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Attendance study period</b>			42 h				
<b>Self-study time</b>			108 h				
<b>Module coordinator</b>			Prof. Dr.-Ing. Marc-Christopher Wurz				
<b>Lecturer</b>			Dr.-Ing. Nikita Schekutin				
<b>Institute</b>			Institut für Mikroproduktionstechnik				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Sustainable Software Solutions - Vorlesung				2	Presentation		
Sustainable Software Solutions - Übung				1	Academic achievement		
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				Basic knowledge of software development and first programming experience (e.g., module Digitalization and practical programming project).			
<b>Qualification goals</b>							
<p>After successfully completing the module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>iteratively develop software-based product ideas toward an MVP using agile and user-centered approaches</li> <li>collaborate effectively in agile teams and reflect on roles and ways of working</li> <li>evaluate and design software solutions with respect to technical, ecological, economic, and social sustainability</li> <li>reason about architectural and product trade-offs, including performance, cost, and environmental impact</li> <li>communicate and present product concepts and design decisions convincingly</li> <li>apply a critical perspective on the responsible use of AI and other modern technologies"</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<p>The module explores the concept of sustainability in software systems from <b>technical, ecological, economic, and social perspectives</b>. Students engage with principles and practices of sustainable software design, including topics such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ecological aspects of software, including energy and resource efficiency, infrastructure considerations, and lifecycle effects</li> <li>technical sustainability, including maintainability, modularity, longevity, and management of technical debt</li> <li>social sustainability, including accessibility, responsible design, ethics, and data awareness</li> <li>economic sustainability, including value-driven development, MVP thinking, and long-term product viability</li> <li>agile development approaches, particularly Scrum, as a framework for iterative and sustainability-aware product development</li> <li>the role of modern technologies, including AI, in shaping software architecture, workflows, and sustainability trade-offs</li> </ul> <p>The course combines conceptual foundations with a <b>project-based team setting</b>, in which students iteratively develop and reflect on a sustainable software-based product idea.</p>							

**Modul: Sustainable Software Solutions****Module:** Sustainable Software Solutions

<b>Special features</b>
the number of participants is limited to 20
<b>Literature</b>
Cagan, M.: Inspired. How to create tech products customers love; Ries, E.: The lean startup; McGreal, D., Jocham, R.: The professional product owner; Patton, J.: User Story Mapping
<b>Applicability in other degree programs</b>
Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.;

## Modul: System Engineering - Produktentwicklung II

Module: System Engineering - Product Development II

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Systementwicklung</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Paul Gembarski					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Paul Gembarski					
<b>Institut</b>		Institut für Produktentwicklung und Gerätebau					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
System Engineering - Produktentwicklung II - Vorlesung				2	Klausur		
System Engineering - Produktentwicklung II - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Mit der Entwicklung hin zu hochvernetzten Produkten mit digitalen Fähigkeiten steigt die Komplexität von Produktsystemen enorm an. Viele Unternehmen setzen Systems Engineering ein, um diese Komplexität schon bei der Entwicklung zu beherrschen und Unsicherheiten in der Zukunft zu vermeiden. Hierbei ist ein hohes Maß an Automatisierung durch algorithmische Werkzeuge nötig, um die Vielfalt von Produkten und deren Komponenten auch generationsübergreifend zu entwickeln.</p> <p>Aufbauend auf den Modulen zur Konstruktionslehre und zur rechnerunterstützten Konstruktion werden im Modul „System Engineering – Produktentwicklung II“ Methoden und Werkzeuge zur Modellierung von komplexen Systemen und zur Implementierung von algorithmischen Verfahren zur Lösungsfindung und Entscheidungsunterstützung bei deren Entwicklung vermittelt. Es richtet sich an Masterstudierende, die ein Grundverständnis für das Systems Engineering als interdisziplinäre Schnittstelle zwischen Entwicklungsdisziplinen und für den Einsatz von Entwicklungsumgebungen erlangen möchten.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtypen zu unterscheiden und Herausforderungen bei der Entwicklung komplexer Systeme zu benennen</li> <li>• strukturelle und Verhaltensaspekte von Systemen zu modellieren und hierfür Simulationen durchzuführen</li> <li>• technisches Wissen in geeigneter abstrakter Form zu formulieren, so dass dieses durch generische Algorithmen angewendet werden kann</li> <li>• Lösungsräume von technischen Systemen durch geeignete Produktmodelle abzubilden und den Wertbeitrag von Produktfunktionen zu diskutieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtheorie, Prozesse für die Entwicklung von Systemen, Rollenmodell für das Systems Engineering</li> <li>• Entwicklung, Lebenszyklus- und Komplexitätsmanagement von konstruktiven Lösungsräumen</li> <li>• Systemmodellierung mittels SysML und System Dynamics</li> <li>• Wissensrepräsentation, deterministische und heuristische Lösungsverfahren und die nötige Problemformulierung hierfür</li> <li>• Industrielle Ökosysteme: Neuer Gestaltungsgegenstand im Systems Engineering?</li> </ul>							

**Modul: System Engineering - Produktentwicklung II****Module:** System Engineering - Product Development II

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
NASA: Systems Engineering Handbook
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Mechatronik und Robotik M. Sc. PO 2025; Mechatronik und Robotik M.Sc. PO 2017; Physik M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Tailored Forming - Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile

Module: Tailored Forming

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Produktion</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Kai Brunotte					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens Dr.-Ing. Johanna Uhe					
<b>Institut</b>		Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Tailored Forming - Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile - Vorlesung				2	Klausur		
Tailored Forming - Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				keine			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>In dem Modul wird ein Einblick in die Herstellung und das Einsatzfeld hybrider Bauteile gegeben.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtbaupotentiale bei Massivbauteilen zu bewerten</li> <li>• Gestaltung und Dimensionierung von Tailored Forming Bauteilen zu erarbeiten</li> <li>• grundlegende Kenntnisse über verschiedene Fügeprozesse (z. B. Verbundstrangpressen, Laserstrahlschweißen und Auftragschweißen) und ihre Anwendungsmöglichkeiten für die Kombination verschiedenartiger Werkstoffe wiederzugeben und anzuwenden</li> <li>• verschiedene Massivumformverfahren und die Herausforderungen bei der Verwendung von hybriden Halbzeugen zusammenzustellen</li> <li>• Anwendungsmöglichkeiten von Nachbearbeitungs- und Prüfverfahren für Bauteile aus unterschiedlichen Werkstoffen zu analysieren</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• neuartige Prozessketten für die Herstellung hybrider Massivbauteile</li> <li>• Konstruktion und Optimierung von hybriden Bauteilen</li> <li>• Grundlagen der Fügetechnik und Werkstoffkunde</li> <li>• Verfahren der Massivumformung</li> <li>• Spanende Fertigungsverfahren</li> <li>• Geometrieprüfung schmiedewarmer Werkstücke</li> <li>• Auslegung und Wälzfestigkeit</li> <li>• aktuelle Forschungsinhalte und -ergebnisse aus dem Sonderforschungsbereich "Prozesskette zur Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile durch Tailored Forming"</li> </ul>							

**Modul: Tailored Forming - Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile****Module:** Tailored Forming

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
keine
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Maschinenbau M.Sc.; Produktion und Logistik M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

## Modul: Thermodynamik chemischer Prozesse

Module: Thermodynamics of Chemical Processes

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	45min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Übung/Protokoll		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Andreas Bode				
<b>Dozent-in</b>			Dr.-Ing. Andreas Bode				
<b>Institut</b>			Institut für Thermodynamik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Thermodynamik chemischer Prozesse - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Thermodynamik chemischer Prozesse - Hörsaalübung				1	Studienleistung		
Thermodynamik chemischer Prozesse - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik I+II; Transportprozesse der Verfahrenstechnik, Gemisch- und Prozessthermodynamik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul erweitert die Technische Thermodynamik der Grundlagenvorlesung und die Gemisch- und Prozessthermodynamik auf weitere Gebiete der Verfahrenstechnik, die eine signifikante wirtschaftliche Bedeutung aufweist. Dabei erfolgen praxisnahe Einblicke in industriell relevante Prozesse und Methoden. Ein wesentlicher Fokus liegt auf Themen der Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgleichgewichte und die hierzu notwendigen Stoffdaten des Reaktionsgemisches zu berechnen.</li> <li>• thermodynamische Zustandsgrößen (Stoffdaten) auch für komplexe Fluide zu berechnen bzw. abzuschätzen.</li> <li>• das Phasenverhalten von Fluiden zu beschreiben.</li> <li>• Reaktionskinetiken zu recherchieren und zu interpretieren.</li> <li>• den Aufbau von Zustandsgleichungen aus Messdaten zu beschreiben.</li> <li>• verfahrenstechnische Prozesse in kommerziellen Softwareumgebungen zu modellieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgleichungen- und Stöchiometrie</li> <li>• Reaktionsenthalpien, Reaktionsentropie,</li> <li>• Gibbs-Funktion und der dritte Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Reaktionsgleichgewicht</li> <li>• Reaktionsfortschritt und -kinetik</li> <li>• Grundzüge der Elektrochemie</li> <li>• Zustandsgrößen, Zustandsdiagramme und Aufbau einer Fundamentalgleichung</li> </ul>							

**Modul: Thermodynamik chemischer Prozesse****Module:** Thermodynamics of Chemical Processes

<b>Besonderheiten</b>
keine
<b>Literatur</b>
Baehr, H.D. und Kabelac, S.: Thermodynamik, 16. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer-Verl. 2016 I. Tosun: The Thermodynamics of Phase and Reaction Equilibria, Elsevier, 1. Auflage, 2012 P. W. Atkins, J. de Paula: Physikalische Chemie, Wiley, 5. Auflage, 2013
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>
Biomedizintechnik M.Sc.; Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Nanotechnologie M.Sc.;

## Modul: Thermodynamik II

Module: Thermodynamics II

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Klausur		4	120 min		benotet	
SL	Labor		1			unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			70 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			80 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Prof. Dr.-Ing. Markus Richter				
<b>Dozent-in</b>			M. Sc. Fabian Delony M. Sc. Malte Freiknecht Prof. Dr.-Ing. Markus Richter				
<b>Institut</b>			Institut für Thermodynamik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Thermodynamik II - Vorlesung				2	Klausur		
Thermodynamik II - Hörsaalübung				1	Labor		
Thermodynamik II - Gruppenübung				2			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studenten verstehen die Anwendung thermodynamischer Methoden auf komplexere Stoffsysteme und weitere wichtige technische Prozesse. Sie können die theoretischen Modelle entsprechend den Gegebenheiten anwenden und Berechnungen sowie prozessbeschreibende Diagramme sinnvoll für Auslegungsaufgaben einsetzen.							
<b>Inhalte</b>							
Aufbauend auf dem Modul Thermodynamik I erfolgt zunächst eine Ausdehnung der thermodynamischen Betrachtung von Wärmekraftanlagen und eine Einführung in das Gebiet der Wärmeintegration/Wärmerückgewinnung. Im weiteren Verlauf wird auf die Thermodynamik der Gemische eingegangen, wobei zunächst ideale Gas-Dampf-Gemische am Beispiel der feuchten Luft behandelt werden. Hinzu kommt die Betrachtung von Gemischen im Rahmen chemischer Reaktionen am Beispiel der technischen Verbrennung. Anschließend werden reale Mischungen, Phasengleichgewichte und einfache thermische Trennverfahren eingeführt. Abschließend wird auf das Zustandsverhalten von realen Stoffen (Reinstoffe und Gemische) eingegangen.							
<b>Besonderheiten</b>							
Wurde dieses Modul bereits im Bachelorstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft belegt, ist eine erneute Teilnahme im Masterstudiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft nicht möglich.							
<b>Literatur</b>							
Baehr, H.D. und Kabelac, S.: Thermodynamik, 16. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer-Verl., 2016 Stephan, P., Schaber, K., Stephan, K., Mayinger, F.: Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen (Band 1 & 2), 15. Aufl.; Berlin, Heidelberg: Springer-Verl., 2010							

**Modul: Thermodynamik II****Module:** Thermodynamics II

Moran, M. J.; Shapiro, H. M.; Boettner D. D. und Bailey, B. B.: Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 8th ed. Hoboken: Wiley, 2014

Kondepudi, D.: Modern Thermodynamics, 2nd ed.; Hoboken: Wiley, 2014

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik B.Sc.; Maschinenbau B.Sc.; Mathematik B.Sc.; Mathematik M.Sc.; Meteorologie M.Sc.; Nachhaltige Ingenieurwissenschaft B.Sc.; Physik B.Sc.; Physik M.Sc.;

# Modul: Triebstränge in Windenergieanlagen

Module: Power Trains in Wind Turbines

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		5	90 min			benotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		70 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		80 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr.-Ing. Max Marian					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr.-Ing. Max Marian Prof. Dr.-Ing. Gerhard Poll					
<b>Institut</b>		Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Triebstränge in Windenergieanlagen - Vorlesung				3	Klausur		
Triebstränge in Windenergieanlagen - Exkursion				1			
Triebstränge in Windenergieanlagen - Übung				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen Maschinenbau			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Das Modul vermittelt einen Einblick in die wesentlichen Funktionen einer Windenergieanlage.							
Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau einer Windenergieanlage zu erklären</li> <li>• verschiedenen Bauformen zu unterscheiden</li> <li>• haben Wissen erlangt zu Wartung und Instandhaltung</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeiner Überblick über die Energiewandlung</li> <li>• Komponenten des Hauptstrangs</li> <li>• Aufbau, Auslegung und die konstruktive Gestaltung des Antriebsstrangs</li> <li>• Unterschiedliche Bauformen werden vorgestellt</li> <li>• Einflüsse der Betriebsführung und der dazugehörigen Verstellmechanismen</li> <li>• Wartung, Instandhaltung und Condition Monitoring</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
Ein beträchtlicher Anteil der Vorlesung wird von Fachbereichsexperten aus der Industrie gehalten.							
<b>Literatur</b>							
Hau, Erich: Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit. 3. Auflage, Springer, 2002. Gasch, Robert et al.: Windkraftanlagen: Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb. 7. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, 2011.							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							
Bauingenieurwesen M.Sc.; Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.;							

## Modul: Turboaufladung für nachhaltige Fahrzeugantriebe

Module: Turbocharging for sustainable vehicle drives

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Klausur		4	90 min / schriftlich			benotet
SL	Hausarbeit		1	30 h / ca. 10 Seiten			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		42 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		108 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Dr.-Ing. Jan Ehrhard					
<b>Dozent-in</b>		Dr.-Ing. Jan Ehrhard					
<b>Institut</b>		Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Maschinenbau					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Turboaufladung für nachhaltige Fahrzeugantriebe - Vorlesung				2	Klausur		
Turboaufladung für nachhaltige Fahrzeugantriebe - Übung				1	Hausarbeit		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Strömungsmaschinen I			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vermittelt spezifische Kenntnisse über die Funktions- und Arbeitsweise von Aufladesystemen für Brennstoffzellen und Verbrennungskraftmaschinen. Die Aufladung ist ein wesentlicher Bestandteil im Rahmen der Energiewende, um den Wirkungsgrad der Maschinen zu erhöhen und alternative Kraftstoffe - wie Wasserstoff - zu ermöglichen. Das Modul wird durch den Entwicklungsleiter der Firma "IHI Charging Systems" gehalten und bietet exklusive Einblicke in tagesaktuelle Entwicklungen. Eine fachliche Diskussion im Rahmen der Veranstaltung ist explizit gewünscht.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Aufladearten hinsichtlich ihrer spezifischen Eigenschaften einzuordnen</li> <li>• Wechselwirkungen zwischen Aufladesystem und Motor zu beschreiben</li> <li>• grundlegende Berechnungen zur Auslegung von Turboladern durchzuführen</li> <li>• thermodynamische Kennfelder von Turbinen und Verdichtern zu analysieren und hinsichtlich der Anforderungen zu bewerten</li> <li>• relevante Versagensmechanismen zu identifizieren und daraus abgeleitet Lebensdauervorhersagen zu erarbeiten</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Aufladung</li> <li>• Anwendungsbeispiele &amp; Einordnung in die aktuelle politische Situation</li> <li>• Thermodynamik von Verdichter und Turbine</li> <li>• Diabates Verhalten</li> <li>• Maßnahmen zur Verbesserung der Dynamik</li> <li>• Mechanische Auslegung und Versagensmechanismen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Im Rahmen der Veranstaltung sollen aktuelle Messdaten am Prüfstand aufgenommen, und in Form einer Hausarbeit ausgewertet werden. Die Hausarbeit umfasst dazu die Anfertigung eines Protokolls, in welchem die thermodynamischen</p>							

**Modul: Turboaufladung für nachhaltige Fahrzeugantriebe****Module:** Turbocharging for sustainable vehicle drives

Kenngrößen berechnet und analysiert werden. Die Erfassung der Messdaten erfolgt am Turboladerprüfstand des Instituts, welcher in einer Vielzahl an aktuellen Forschungsprojekten genutzt wird. Sollte es aus Gründen der Prüfstandsbelegung nicht möglich sein, den Versuch im Rahmen der Lehrveranstaltung durchzuführen, so wird eine Führung durch das Versuchsfeld angeboten und der eigentliche Versuch wird vorab aufgezeichnet.

**Literatur**

Es wird im Rahmen der Vorlesung ein ausgedrucktes Script verteilt, welches jedes Jahr aktuell durch den Dozenten vorbereitet wird. zum Selbststudium: Zinner: Aufladung von Verbrennungsmotoren, Springer Verlag. Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter [www.springer.com](http://www.springer.com) eine Gratis Online-Version.

**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Verdrängermaschinen für kompressible Medien

Module: Positive Displacement Machines for Compressible Media

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	30 min		benotet	
SL	Studienleistung		1	Laborversuch Protokoll		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			42 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			108 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Hans-Ulrich Fleige				
<b>Dozent-in</b>			Dr.-Ing. Hans-Ulrich Fleige				
<b>Institut</b>			Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Maschinenbau				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Verdrängermaschinen für kompressible Medien - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Verdrängermaschinen für kompressible Medien - Übung				1	Studienleistung		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Thermodynamik			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Verdrängermaschinen unterschiedlichster Art finden eine extrem breite Verwendung in der Industrie mit unterschiedlichsten Einsatzgebieten, z.B. in der Prozessgastechneik oder in Biogasanlagen. Um eine hohe Zuverlässigkeit der Verdrängermaschinen in diesen Bereichen gewährleisten zu können, ist die richtige Auswahl und Auslegung des geeigneten Maschinentyps für die jeweilige Anwendung entscheidend. Die hierzu notwendigen Grundkenntnisse sowie die Funktionsweisen und typischen Einsatzgebiete der verschiedenen Maschinentypen sollen in dem Modul vermittelt werden, wobei auch grundsätzlich zwischen Verdränger- und Turbomaschine differenziert wird.</p> <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen der Fluidenergiemaschinen zu verstehen,</li> <li>• das Funktionsprinzip von Verdrängermaschinen und deren Einsatzgebiete zu kennen,</li> <li>• die Besonderheiten beim Betrieb und der Auslegung von Verdrängermaschinen zu verstehen,</li> <li>• die Unterschiede zu Turbomaschinen zu identifizieren.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einteilung Fluidenergiemaschinen, Einteilung Verdichter, Einsatzgebiete</li> <li>• Gemeinsame Grundlagen (Zustandsänderungen, Verdichtungsprozess, Schadraum, Liefergrad, Wirkungsgrad, ...)</li> <li>• Funktionsprinzipien der Verdrängerverdichter (10 Bauarten)</li> <li>• Kennlinienvergleich von Turbo und Verdränger, Hochlauf</li> <li>• Leistungsdatenberechnung Roots- und Schraubenverdichter</li> <li>• Schwingungen, Schall, Regelung</li> <li>• Abnahmeregelungen und -messungen, technische Regelw</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
<p>Geplant ist eine Exkursion zur Aezener Maschinenfabrik (AM) einschließlich Leistungsmessungen am dortigen Prüfstand (&amp;quot;Block-Labor-Übung&amp;quot;). Der Laborbericht ist Voraussetzung für den 5. ECTS. Die Vorlesung findet als Blockveranstaltung (i.d.R. 14-tägig) statt.</p>							

**Modul: Verdrängermaschinen für kompressible Medien****Module:** Positive Displacement Machines for Compressible Media**Literatur**

ONeill, P.A.: Industrial Compressors, Theory and Equipment. 1993

Davidson, J., Bertele, O.: Process Fan and Compressor Selection. MechE Guides for the Process Industries, 1995;

Faragallah W.H., Surek D.: Rotierende Verdrängermaschinen. 2. Aufl, 2004;

Fister, W.: Fluidenergiemaschinen. Band 1: 1984, Band 2: 1986.

Bei vielen Titeln des Springer-Verlages gibt es im W-Lan der LUH unter [www.springer.com](http://www.springer.com) eine Gratis Online-Version.**Verwendbarkeit in anderen Studiengängen**

Energietechnik M.Sc.; Maschinenbau M.Sc.; Wirtschaftsingenieur M.Sc.;

# Modul: Wasserkraftgeneratoren

Module: Hydrogenerators

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
SoSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>		<b>Notenskala</b>	
PL	Muendliche Pruefung		4	30 min		benotet	
SL	Labor		1	Laborbericht 10 Seiten		unbenotet	
<b>Workload</b>			150 h				
<b>Präsenzstudienzeit</b>			56 h				
<b>Selbststudienzeit</b>			94 h				
<b>Modulverantwortliche-r</b>			Dr.-Ing. Eva Maria Bresemann				
<b>Dozent-in</b>			Dr.-Ing. Eva Maria Bresemann				
<b>Institut</b>			Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik				
<b>Fakultät</b>			Fakultät für Elektrotechnik und Informatik				
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Wasserkraftgeneratoren - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung		
Wasserkraftgeneratoren - Übung				2	Labor		
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagenkenntnisse im Bereich elektrische Maschinen oder elektromagnetische Energiewandlung			
<b>Qualifikationsziele</b>							
<p>Das Modul vertieft die grundlegenden und spezifischen Kenntnisse über Wasserkraftgeneratoren. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Komponenten und Funktionsweise eines Wasserkraftwerkes skizzieren,</li> <li>- darüber hinaus die grundlegenden Berechnungsverfahren für die Auslegung eines Wasserkraftwerkes und Auswahl der Komponenten durchführen,</li> <li>- die Konstruktion eines Wasserkraftgenerators skizzieren, die Funktionsweise des Generators analysieren und seinen elektrischen und magnetischen Parameter berechnen und</li> <li>- eine grobe Auslegung des Wasserkraftgenerators und eine detaillierte Berechnung der Generatoreigenschaften durchführen.</li> </ul>							
<b>Inhalte</b>							
<p>Grundlage Wasserkraftwerke Energienetze und Systembetrachtung                  Große und kleine Wasserkraftwerke                  Pumpspeicherkraftwerke                  Komponenten eines Wasserkraftwerkes                  Hydromechanische Komponenten                  Turbine • Kaplan-turbinen • Francisturbinen • Peltonturbinen                  Elektrische Kraftwerksausrüstung                  Wasserkraftgeneratoren: Erwärmung und Kühlung, Magnetische und elektrische Berechnung der Maschinen, Erregerwicklung und Rotorkonstruktion                  Kraftberechnung großer Synchronmaschinen</p>							
<b>Besonderheiten</b>							
keine							
<b>Literatur</b>							
keine							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							

# Modul: Wind Energy Technology II

Module: Wind Energy Technology II

<b>Type of module</b>			<b>Area of competence</b>				
<b>Wahl</b>			<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>				
<b>Offer in</b>	<b>Duration</b>	<b>Language</b>	<b>ECTS</b>	<b>Recommended from</b>			
WiSe	1 Semester	Englisch	6	<b>Admission WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Admission SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)</b>							
<b>Kind</b>			<b>ECTS</b>	<b>Duration / Scope</b>			<b>Grading scale</b>
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP		5	20 min			benotet
SL	Studienleistung		1	Hausübung, Simulation, Zeitaufwand 30 h			unbenotet
<b>Workload</b>			180 h				
<b>Attendance study period</b>			56 h				
<b>Self-study time</b>			124 h				
<b>Module coordinator</b>			Dr.-Ing. Claudio Balzani				
<b>Lecturer</b>			Dr.-Ing. Claudio Balzani				
<b>Institute</b>			Institut für Windenergiesysteme				
<b>Faculty</b>			Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie				
<b>Structure of the module</b>							
<b>Title and form of the course</b>				<b>Semester hours</b>	<b>Ep / Aa</b>		
Wind Energy Technology II - Vorlesung				2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ /		
Wind Energy Technology II - Übung				2	VbP		
				Studienleistung			
<b>Requirements for participation:</b>				<b>Recommended for participation:</b>			
none				Wind enrgy Technology I			
<b>Qualification goals</b>							
<p>This module is the second of two modules that introduce to the principles of the design, planning and operation of wind turbines.</p> <p>After successful completion of the module students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- name and analyse dynamic effects in wind turbine operation,</li> <li>- calculate (with limitations) the structural dynamics and natural frequencies of wind turbines,</li> <li>- explain the unsteady blade element momentum theory (BEM),</li> <li>- parameterise design load cases and wind turbines within an appropriate software package (FAST),</li> <li>- calculate and interpret the loads acting on wind turbine components for a selection of design load cases in the framework of turbine simulations,</li> <li>- carry out a fatigue design for specified boundary conditions,</li> <li>- explain the external conditions of an offshore wind turbine,</li> <li>- explain the functionality of floating offshore wind turbines,</li> <li>- evaluate the procedures of integrated turbine design,</li> <li>- explain the functionality of vertical axis wind turbines.</li> </ul>							
<b>Contents</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structural dynamics of wind turbines</li> <li>- Unsteady aerodynamics of wind turbines</li> <li>- Loads simulation and certification</li> <li>- Concepts of fatigue analyses</li> <li>- External loads of offshore wind turbines</li> <li>- Floating turbine concepts</li> <li>- Vertical axis wind turbines</li> <li>- Integrated turbine design</li> </ul>							

**Modul: Wind Energy Technology II****Module:** Wind Energy Technology II**Special features**

The course is given in English in winter semesters. A German version is offered in summer semesters.

**Literature**

- Gasch, R.; Twele, J.: Wind Power Plants - Fundamentals, Design, Construction and Operation, Springer Berlin Heidelberg, 2012
- Further literature will be communicated during the lecture.

**Applicability in other degree programs**

**Modul: WindLAB: Hands on Wind Energy**

Module: WindLAB: Hands on Wind Energy

Type of module		Area of competence					
Wahl		Nachhaltige Energiesysteme					
Offer in	Duration	Language	ECTS	Recommended from			
SoSe	1 Semester	Englisch	6	Admission WiSe:	1/2. Semester	Admission SoSe:	1/2. Semester
Examination performance (Ep) / Academic achievement (Aa)							
Kind			ECTS	Duration / Scope			Grading scale
PL	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP		4	Labor, Vor- und Nachbereitungsaufwand 40 h			benotet
SL	Studienleistung		2				benotet
Workload		180 h					
Attendance study period		56 h					
Self-study time		124 h					
Module coordinator		Dr.-Ing. Claudio Balzani					
Lecturer		Dr.-Ing. Claudio Balzani					
Institute		Institut für Windenergiesysteme					
Faculty		Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie					
Structure of the module							
Title and form of the course				Semester hours	Ep / Aa		
WindLAB: Hands on Wind Energy - Vorlesung				2	K / KA / MP / HA/ HM / PJ / VbP Studienleistung		
WindLAB: Hands on Wind Energy - Übung				2			
Requirements for participation:			Recommended for participation:				
none			Ideally, the students have already passed the modules Wind Energy Technology I+II				
Qualification goals							
<p>This Module introduces to the requirements of testing of wind turbines and their components, both in the lab and field. It is accompanied by presence exercises in which students train fundamental skills in planning, execution and documentation of tests related to wind energy applications. After successful completion of the module students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain the requirements of testing according to the IEC 61400 standard,</li> <li>- explain test setups for different wind turbine components,</li> <li>- set up test plans for physical tests,</li> <li>- carry out tests on different scales,</li> <li>- write proper test protocols,</li> <li>- characterise the performance of a small wind turbine in the field,</li> <li>- validate simulations by experiments on different scales</li> </ul>							
Contents							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requirements for testing according to the IEC 61400 standard</li> <li>- Fundamentals on planning, execution and documentation of tests in the lab and the field</li> <li>- Methods for the evaluation and postprocessing of test results</li> <li>- Methods for the validation of simulations by tests on different scales</li> </ul>							
Special features							
The module is first offered in summer term 2027. The number of participants is limited to a maximum of 20 students. If there are more students interested, the decision is made by lot.							
Literature							
IEC 61400; Gasch and Twele: Wind Power Plants – Fundamentals, Design, Construction and Operation, 2nd English edition, Springer, 2012							
Applicability in other degree programs							

## Modul: Wirkungsweise und Technologie von Silizium- Solarzellen

Module: Operating Principles and Technology of Silicon Solar Cells

<b>Modultyp</b>		<b>Kompetenzbereich</b>					
<b>Wahl</b>		<b>Nachhaltige Energiesysteme</b>					
<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>	<b>Sprache</b>	<b>ECTS</b>	<b>Empfohlen ab</b>			
WiSe	1 Semester	Deutsch	5	<b>Zulassung WiSe:</b>	1/2. Semester	<b>Zulassung SoSe:</b>	1/2. Semester
<b>Prüfungsleistungen (PL) / Studienleistung (SL)</b>							
<b>Art</b>			<b>ECTS</b>	<b>Dauer / Umfang</b>			<b>Notenskala</b>
PL	Muendliche Pruefung		5	20 min			benotet
SL	Studienleistung		0	Exkursionsbereich			unbenotet
<b>Workload</b>		150 h					
<b>Präsenzstudienzeit</b>		56 h					
<b>Selbststudienzeit</b>		94 h					
<b>Modulverantwortliche-r</b>		Prof. Dr. Robby Peibst					
<b>Dozent-in</b>		Prof. Dr. Robby Peibst					
<b>Institut</b>		Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik					
<b>Fakultät</b>		Fakultät für Elektrotechnik und Informatik					
<b>Aufbau des Moduls</b>							
<b>Veranstaltungstitel und Form</b>				<b>SWS</b>	<b>PL / SL</b>		
Wirkungsweise und Technologie von Silizium- Solarzellen - Vorlesung				2	Muendliche Pruefung Studienleistung		
Wirkungsweise und Technologie von Silizium- Solarzellen - Übung				1			
Wirkungsweise und Technologie von Silizium- Solarzellen - Labor				1			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme:</b>				<b>Empfohlen für die Teilnahme:</b>			
keine				Grundlagen der Materialwissenschaften, Grundlagen der Halbleiterbauelemente			
<b>Qualifikationsziele</b>							
Die Studierenden erlangen vertieftes grundlegendes Verständnis der Funktionsweise von Silizium-Solarzellen und deren Herstellungstechnologie, Verständnis von Wirkungsgrad-Grenzen und real auftretenden Verlustmechanismen in Solarzellen sowie grundlegende Kenntnisse der Bauteil- und Prozesscharakterisierung.							
<b>Inhalte</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe, Geschichte und Status der Photovoltaik</li> <li>- Der PERC- Solarzellenherstellungsprozess</li> <li>- Bandstruktur</li> <li>- Fermiverteilung und Rekombinationsprozesse</li> <li>- Selektivität von Kontakten</li> <li>- Emitterrekombination und deren evolutionäre Minimierung</li> <li>- Solarzellen-Metallisierung und deren Optimierung</li> <li>- PV-Modul Herstellungsprozesse</li> <li>- Wirkungsgradlimitierung und neuartige Zellkonzepte</li> <li>- Posterworkshop zu aktuellen PV-Forschungsthemen</li> </ul>							
<b>Besonderheiten</b>							
mit Exkursion (inkl. Abgabe eines Exkursionsberichts) als Studienleistung							
<b>Literatur</b>							
Arno Smets, Klaus Jager, Olindo Isabella, Rene van Swaaij, „Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems“, UIT Cambridge (2016)							
<b>Verwendbarkeit in anderen Studiengängen</b>							