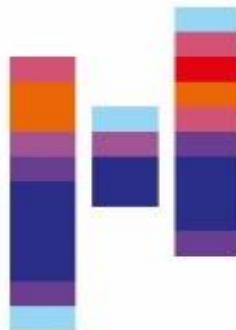


---

# Modulhandbuch Masterstudiengang Maschinenbau/Verfahrenstechnik

---



**Hochschule  
Flensburg**  
University of  
Applied Sciences

Stand Februar 2026

Programmverantwortung:

Prof. Dr.-Ing. Thies Langmaack, B5

[thies.langmaack@hs-flensburg.de](mailto:thies.langmaack@hs-flensburg.de)

## Studienziel

Die Studierenden des Masterstudiengangs Maschinenbau / Verfahrenstechnik der HS Flensburg sollen ein fundiertes wissenschaftliches Verständnis von technischen Systemen des Maschinenbaus bzw. der Verfahrenstechnik erhalten. Im Maschinenbau bestehen diese Systeme in der Regel aus der Verknüpfung verschiedener Maschinenelemente, bzw. mechatronischer Elemente, in der Verfahrenstechnik aus der Verknüpfung verschiedener Grundoperationen.

Diese Systeme sollen sie mit Hilfe der erlernten Modellbildungs- und Simulationsmethoden beschreiben, analysieren und optimieren können. Diese Methoden werden in der Regel computerunterstützt umgesetzt, weshalb die Mathematik, das Software-Umfeld und die Modellbildung einen vertiefenden Raum in diesem Masterstudiengang einnehmen.

Da die Anwendung der Methoden üblicherweise im Kontext eines betrieblichen interdisziplinären Managementprozesses stattfindet, werden die Studierenden auch im Produktentwicklungsprozess ausgebildet.

Das Studium ist sowohl wissenschaftlich fundiert als auch anwendungsorientiert. Die Studierenden werden in den Methoden der Projektplanung, der Projektführung und des Projektmanagements sowie der Projektpräsentation qualifiziert, da spezifische Projekte einen großen Teil des Studiums ausmachen.

Darüber hinaus wird die Fähigkeit geschult, sich schnell, methodisch und systematisch in Neues einzuarbeiten (Selbstlernen). Dadurch werden Selbständigkeit, Teamfähigkeit, vernetztes Denken, Kreativität, Offenheit, Kommunikationsfähigkeit und Organisationsvermögen (Sozialkompetenz) entwickelt und gefestigt.

Da die Projekte interdisziplinär angelegt sind und sich mit Produkten und Prozessen befassen, die die Gesellschaft beschäftigt, werden die Studierenden angehalten, die Folgen für die Gesellschaft zu reflektieren und zu diskutieren. Hierdurch wird ein gesellschaftliches Engagement gefördert, wenn es beispielsweise um die Aspekte Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft geht.

Am Ende sollen die Absolvent\*innen befähigt sein

- komplexe Zusammenhänge in technischen Systemen eigenständig zu untersuchen, zu analysieren, zu modellieren und mit geeigneter Software zu simulieren, und auf dieser Grundlage

- Lösungen für Teilprobleme unter Berücksichtigung der Interdependenzen zu erarbeiten und zu optimieren sowie diese
- systematisch zu einer integrierten Systemlösung zusammenzufassen.
- diese Lösung auch hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Gesellschaft zu reflektieren, zu optimieren und sich für diese zu engagieren.

## Studienaufbau

Die Regelstudienzeit beträgt, einschließlich der Master-Thesis, drei Semester.

Das Studienvolumen beträgt 90 Leistungspunkte (CP).

In den beiden Theoriesemestern (Semester 1 und Semester 2) gibt es

- + je 2 Pflichtmodule mit insgesamt 10 CP Umfang
- + je zwei Wahlpflichtmodule mit insgesamt 10 CP Umfang
- + je ein Semesterprojekt mit einer Wertigkeit vom 10 CP.

Das Angebot an Wahlpflichtmodulen wird semesterweise aktualisiert.

Der Masterstudiengang lässt sich mit dem Schwerpunkt ‚Maschinenbau‘ studieren, wenn man mindestens 3 Wahlpflichtfächer aus dem Bereich Einführung in die Numerische Strömungssimulation, Maschinendynamik 2 / Akustik, FEM in der Strukturmechanik, Antriebstechnik, Technische Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit oder Produktionsautomatisierung wählt und mindestens ein Projekt aus dem Bereich Maschinenbau stammt.

Der Masterstudiengang lässt sich mit dem Schwerpunkt ‚Mechatronik‘ studieren, wenn man mindestens 3 Wahlpflichtfächer aus dem Bereich Maschinendynamik 2 / Akustik, Kybernetik, Simulation Mechatronischer Systeme, Antriebstechnik, Technische Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit oder Produktionsautomatisierung wählt und mindestens ein Projekt aus dem Bereich Mechatronik stammt.

Der Masterstudiengang lässt sich mit dem Schwerpunkt ‚Verfahrenstechnik‘ studieren, wenn man mindestens 3 Wahlpflichtfächer aus dem Bereich Einführung in die Numerische Strömungssimulation, Einführung in die Numerische Prozesssimulation, Verfahrenstechnik 3,

Green Engineering, Membrantechnologie oder Fließschemata in der Prozesstechnik wählt und mindestens ein Projekt aus dem Bereich Verfahrenstechnik stammt.

Der Masterstudiengang lässt sich mit dem Schwerpunkt ‚Energietechnik‘ studieren, wenn man mindestens 3 Wahlpflichtfächer aus dem Bereich ‚Modelling and Simulation of Wind Turbines‘, ‚Einführung in die Numerische Strömungsberechnung CFD‘, ‚Green Engineering‘, ‚Umwelt-/Sicherheitsmanagement‘ bzw. aus einem Pool an energietechnischen Fächern des Fachbereiches 2 wählt. Dieser Pool wird jedes Semester neu definiert und vor Semesterbeginn kommuniziert. Zudem muss mindestens ein Projekt aus dem Bereich Energietechnik stammen.

Insgesamt lässt sich der Studiengang sehr betriebsnah, wenn nicht sogar ‚berufsbegleitend‘ studieren, wenn man die beiden Masterprojekte und die Masterarbeit im selben Betrieb durchführt.

Die folgenden beiden Tabellen geben einen Überblick über den Studienverlauf des Sommer- und des Wintersemesters. Dabei werden die hier erläuterten Abkürzungen verwendet:

Art der Veranstaltung		Art der Prüfung	
V	Vorlesung	PVL	Prüfungsvorleistung
Sem	Seminar	PL	Prüfungsleistung
Ü	Übung	SL	Studienleistung
L	Labor		
W	Workshop		
P	Projekt		
Umfang der Veranstaltung		Form der Prüfung	
SWS	Semesterwochenstunden	K(n)	Klausur(Stunden)
CP	Credit Points (Leistungspunkte)	HA	Hausarbeit
		Arb	Schriftliche Ausarbeitung
		Vortr	Vortrag
		MP	Mündliche Prüfung
		SP	Sonstige Prüfung

<b>Sommersemester</b>					
<b>Modul</b>				<b>Prüfung</b>	
<b>Bezeichnung</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>	<b>Art</b>	<b>Form</b>
Mathematische Modellierung	V/Ü	4	5	PL	K(2)
Modellierung dynamischer Systeme	W	4	5	PL	SP (HA)
Wahlpflichtmodul 1			5	PL	Siehe Katalog
Wahlpflichtmodul 2			5	PL	Siehe Katalog
Projekt 1	P	2	10	PL	SP (Vortr und Arb)
<b>Alle Module des Sommersemesters</b>		<b>18</b>	<b>30</b>		<b>5 PL</b>

<b>Wintersemester</b>					
<b>Modul</b>				<b>Prüfung</b>	
<b>Modul</b>	<b>Art</b>	<b>SWS</b>	<b>CP</b>	<b>Art</b>	<b>Form</b>
Softwareentwicklung	V/Ü	4	5	PL	SP (Arb, Vortr)
Produktentwicklung	W	4	5	PL	SP (Arb, Vortr)
Wahlpflichtmodul 3			5	PL	Siehe Katalog
Wahlpflichtmodul 4			5	PL	Siehe Katalog
Projekt 2	P	2	10	PL	SP (Vortr und Arb)
<b>Alle Module des Sommersemesters</b>		<b>18</b>	<b>30</b>		<b>5 PL</b>

Im Folgenden werden die Modulbeschreibungen der einzelnen Module dargestellt. Die Wahlpflichtmodule sind frei wählbar.

## Module des Sommersemesters 2026

Mathematische Modellierung/Mathematik, Numerik und Simulation	6
Modellierung dynamischer Systeme	8
Projekt 1	10
<b>Wahlpflichtfächer</b>	
Analyse und Simulation Antriebstechnischer Systeme	13
Einführung in die Numerische Strömungsberechnung (CFD)	15
Kybernetik	17
Technische Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit	19
Simulationsbasierte Auslegung elektrischer Maschinen	21
Energetische Biomassenutzung	23
Fertigungsgerechte Konstruktion	25

Des Weiteren sind Wahlpflichtfächer möglich, die in anderen Masterprogrammen „mitgehört“ werden. Diese sind am Ende dieses Modulhandbuchs aufgeführt.

<b>Modulbezeichnung:</b> Mathematik, Numerik und Simulation / Mathematische Modellierung								
Kürzel MM	Lehrveranstaltung/en Mathematische Modellierung	Häufigkeit des Angebots 1x jährlich	Dauer 1 Semester					
Studiensemester Wintersemester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstunden 60 h					
Sprache deutsch	Gruppengröße 35 Studierende	Umfang 4 SWS (5 ECTS)	Kreditpunkte 5					
Formale Teilnahmevoraussetzungen keine	Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen	Verbindlichkeit Pflichtveranstaltung						
Überfachliche Qualifikationen	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein							
Prüfungsart	Prüfungsleistung							
Prüfungsform	K(2)							
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt							
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>								
schriftliche Prüfung								
<b>Modulverantwortliche/r</b>								
Prof. Dr. habil. Mads Kyed, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>								
Prof. Dr. habil. Mads Kyed, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können mathematische Modelle im Sinne von Differentialgleichungen aus den Bereichen Strömungslehre und Strukturmechanik herleiten.</li> <li>Die Studierenden können gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen analytisch auf Existenz und Eindeutigkeit untersuchen.</li> <li>Die Studierenden können gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen numerisch lösen.</li> </ul>								
<b>Inhalte</b>								
1) Elementare Differentialgeometrie 2) Kontinuumsmechanik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strömungsgleichungen (Navier-Stokes)</li> <li>- Elastizitätsgleichungen</li> <li>- Fluid-Struktur-Interaktion</li> </ul> 3) Funktionalanalysis 4) Mathematische Modelle: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen								

- |  |
|--|
| 5) Finite-Elemente-Methode<br>6) Finite-Volumen-Methode  |
| <b>Lehrformen</b><br>Tafel- und Beamer-Unterricht, Betreute Übungen.   |
| <b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Folien/Slides der Vorlesung.</li></ul> Ergänzungsliteratur:<br><i>W. Dahmen, A. Reusken: "Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler".</i> |

<b>Modulbezeichnung:</b> Modellierung dynamischer Systeme/Systemtechnik								
Kürzel SysT	Lehrveranstaltung/en Systemtechnik	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Dauer 1 Semester					
Studiensemester 1./2. Semester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstud. 60 h					
Sprache deutsch	Gruppengröße 40 Studierende	Umfang 4 SWS	Kreditpunkte 5					
Formale Teilnahmevoraussetzungen keine	Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen keine	Verbindlichkeit Pflichtveranstaltung						
Überfachliche Qualifikationen	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein							
Prüfungsart	Prüfungsleistung							
Prüfungsform	SP (HA)							
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt							
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>								
Erfolgreiches Bearbeiten eines abgegrenzten Fallbeispiels eines Anfangswertproblems, Präsentation der Arbeitsergebnisse								
<b>Modulverantwortliche/r</b>								
Prof. Dr.-Ing. J. Geisler, Fachbereich Energie und Biotechnologie								
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>								
Prof. Dr.-Ing. J. Geisler, Fachbereich Energie und Biotechnologie								
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können analytische Modelle für abgegrenzte Fallbeispiele aus den Anwendungsfeldern der Modellbildung und Simulation von Anfangswertproblemen (also von dynamischen Prozessen, deren Verhalten durch gewöhnliche Differenzialgleichungen über der Zeit beschrieben werden können) auf Systemebene (also von komplexen, domänenübergreifenden Gesamtsystemen aus mehreren Komponenten) entwickeln und</li> <li>• diese in ein Simulationsmodell für eine signalflussbasierte und/oder objektorientierte numerische Simulation umsetzen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die dafür notwendigen Funktionen der Simulationswerkzeuge MATLAB und Simulink zu bewerten, auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können ihre Vorgehensweise beurteilen, ihre Modelle und ihre Simulationsergebnisse kommentieren und validieren sowie ihre Arbeitsergebnisse in Übereinstimmung mit wissenschaftlichen Standards präsentieren.</li> </ul>								

<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Modellbildung und Simulation,</li><li>• Einführung in MATLAB und Simulink,</li><li>• selbstständiges Bearbeiten einer abgegrenzten Aufgabenstellung aus dem Bereich der Modellbildung und Simulation von Anfangswertproblemen,</li><li>• Präsentation der Arbeitsergebnisse</li></ul>
<b>Lehrformen</b> <p>Workshop als betreute Gruppenarbeit, Vorlesung in seminaristischer Lehrform</p>
<b>Medienverwendung</b> <p>MATLAB/Simulink, Folien, digitale Mitschriften.</p>
<b>Literatur</b> <p><b>Scherf, H.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nollau, R.: Modellierung und Simulation technischer Systeme. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg</li><li>• Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme, Band I. Springer Verlag, Berlin</li><li>• Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme, Band II. Springer Verlag, Berlin</li><li>• Angermann, A.; Beuschel, M.; Rau, M.; Wohlfarth, U.: Matlab – Simulink – Stateflow: Grundlagen, Toolboxen, Beispiele. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München, Wien</li><li>• Kahlert, J.: Simulation technischer Systeme – Eine beispielorientierte Einführung. Friedr. Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Wiesbaden</li><li>• Bossel, H.: Modellbildung und Simulation – Konzepte, Verfahren und Modelle zum Verhalten dynamischer Systeme. Friedr. Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Wiesbaden</li><li>• Bungartz, H.-J.; Zimmer, St.; Buchholz, M.; Pflüger, D.: Modellbildung und Simulation – Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer-Verlag , Heidelberg</li><li>• Lutz, H.; Wendt, W.: Taschenbuch der Regelungstechnik. Verlag Harri Deutsch, Thun, Frankfurt/M.</li><li>• Unbehauen, H.: Regelungstechnik I: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme. Friedr. Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, Wiesbaden</li><li>• Unbehauen, H.: Regelungstechnik II: Zustandsregelungen, digitale und nichtlineare Regelsysteme. Friedr. Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, Wiesbaden</li><li>• Unbehauen, H.: Regelungstechnik III: Identifikation - Adaption - Optimierung. Friedr. Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, Wiesbaden</li></ul>

<b>Modulbezeichnung:</b> Projekt 1					
Kürzel Pro 1	Lehrveranstaltung Semesterprojekt	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Dauer 1 Semester		
Studiensemester 1./2. Semester	Workload 300 h/Studierenden	Selbststudium 270 h	Präsenzstud. 30 h		
Sprache deutsch	Gruppengröße 5 Studierende	Umfang 2 SWS	Kreditpunkte 10		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen keine	Verbindlichkeit Pflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		SP (Vortrag und Arbeit)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bearbeiten eines abgegrenzten Fallbeispiels, Präsentation der Arbeitsergebnisse					
<b>Modulverantwortlicher</b>					
Prof. Dr.-Ing. Thies Langmaack, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Lehrende der Fachhochschule Flensburg					
<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen Methoden der Ingenieurwissenschaften, des Projektmanagements und der Präsentation von ingenieurtypischen Projekten.</li> <li>• Die Studierenden können ein komplexes Problem in Einzelprobleme auflösen (Anforderungsliste, Lastenheft, Pflichtenheft).</li> <li>• Diese Einzelprobleme - auch unter einem Systemaspekt - lösen (Kreativtechniken),</li> <li>• die Einzellösungen zu ingenieurwissenschaftlichen Systemen zusammenfassen und</li> <li>• diese in einem entsprechenden Projekt umsetzen</li> <li>• Sie können ein solches Projekt ergebnisorientiert planen (Projektplan),</li> <li>• eine Projektgruppe organisieren und</li> <li>• den Projektplan organisiert durchführen (Projektverfolgung).</li> <li>• Sie können die Ergebnisse aufbereiten, einen Report darüber schreiben und in einer Präsentation darstellen.</li> <li>• Intellektuelle und soziale Kompetenzen werden durch die Vermittlung von abstraktem, analytischem über den Einzelfall hinausgehendem und vernetztem Denken herausgebildet.</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"><li>• Es wird die Fähigkeit geschult, sich schnell methodisch und systematisch in Neues einzuarbeiten. Dadurch werden Selbständigkeit, Teamfähigkeit, vernetztes Denken, Kreativität, Offenheit, Kommunikationsfähigkeit und Organisationsvermögen entwickelt und gefestigt</li></ul>
<b>Inhalte</b> <p>Das Projektmodul umfasst die Durchführung eines Projektes, die Anfertigung eines Projektberichtes und dessen Präsentation. Einige Details erklärt das beigelegte FAQ-Dokument.</p>
<b>Lehrformen</b> <p>Workshop als betreute Gruppenarbeit, Vorlesung in seminaristischer Lehrform.</p>

## FAQ zu den Projekten im Masterstudiengang MB/VT

Im Masterstudiengang ‚Maschinenbau/Verfahrenstechnik‘ sind zwei Masterprojekte jeweils im Umfang von 10 Leistungspunkten zu erstellen. Der Arbeitsaufwand (Workload) für ein Projekt im Masterstudium soll etwa 300 Stunden/Person umfassen. (Gruppenprojekte sind möglich, wenn der Arbeitsaufwand dies ermöglicht und Arbeitspakete voneinander mit Bezug zu den Personen abgegrenzt werden können.)

In diesem Zusammengang treten immer wieder einige Fragen auf, die hier geklärt werden sollen:

### 1.) Startpunkt

Zunächst ist vom Studierenden die Aufgabenstellung zu formulieren und der geplante Lösungsweg zu skizzieren („Projektszisse“):

1. Projektbezeichnung
2. Aufgabenstellung
3. Geplanter Lösungsweg
4. Abgrenzung
5. Erwartetes Ergebnis

Nach Besprechung dieser Skizze mit einer/m fachlich kompetenten Betreuer/-in und Prüfer/-in kann eine Gliederung der projektbegleitenden Dokumentation (Projektbericht) erstellt werden.

### 2.) Benotung und Abgabe

Zur Benotung muss man das Projekt dann zu einem Prüfungszeitraum (i.d.R. am Ende des Semesters) anmelden. Es kann auch schon vorher fertiggestellt sein.

### **3.) Durchführung in einem Unternehmen/Nutzung einer Werkstudierendentätigkeit**

Sehr gern kann dieses Projekt auch in einem Unternehmen durchgeführt werden. Einige Studierende sind in Firmen als Werkstudent\*in beschäftigt – und fassen ihre Tätigkeit dann als Projekt zusammen. In der Tätigkeit sollte die Bearbeitung einer Aufgabe im Sinne von Punkt (1) erkennbar sein, die ingenieurwissenschaftlich bearbeitet wird.

Auch hierzu muss man sich dann eine Betreuerin/einen Betreuer an der HS suchen, die/der das betreut, überprüft, anerkennt und benotet. Einige jüngere Beispiele hierzu:

Firma	Titel des Projektes
Breezer	Erstellung eines Polarion-kompatiblen Aircraft Maintenance Manuals (AMM) für das UAV „BUSSARD“ auf Basis des Breezer Sport
Semikron Danfoss	Herstellung von Testmodulen für die Bestimmung des Lower Specification Limits des Schertests in der Produktion von Leistungsmodulen
Semikron Danfoss	Entwicklung eines Lastenhefts für ein Trainingsmanagementsystem
Semikron Danfoss	Analyse und Optimierung von Abkühlungs- und Trocknungsprozess am US-Scan
arctos	Kältebedarfsermittlung zur Ablösung einer Absorptions- durch eine Kompressionskälteanlage
FSG	Simulationsuntersuchung zur Regelung der Frischwassertemperatur an Bord von RoRo-Seeschiffen
Sasol	Prozessanalyse und -optimierung in einem chemischen Produktionsprozess

Auf diese Weise wird es möglich, den Master ‚berufsbegleitend‘ zu studieren, indem man die Projekte und im Weiteren auch die Abschlussarbeit in einer Firma durchführt.

### **4.) Umfang des Projektes**

Dieser wird NICHT in der Seitenzahl der Dokumentation gemessen. Diese kann auch knapp gehalten werden. Wichtig ist, dass die bewertende Person davon überzeugt ist, dass 300 Arbeitsstunden eingeflossen sind, und dass das Projekt im Sinn von Punkt (1) strukturiert ist und das Projektergebnis im angemessenen Umfang präsentiert und diskutiert worden ist.

<b>Modulbezeichnung:</b> Analyse und Simulation Antriebstechnischer Systeme					
<b>Kürzel</b> <b>AT</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Analyse und Simulation Antriebstechnischer Systeme	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h		
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		K(2)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Open book Klausur (2 Stunden)					
<b>Modulverantwortlicher</b>					
Prof. Dr.-Ing. Nils Werner, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr.-Ing. Nils Werner, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien					
Prof. Dr.-Ing. Ying Li, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
Die Studierenden erlernen die erweiterten Grundlagen der Antriebstechnik und deren Simulation.					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können in Strukturen denken und</li> <li>• die erlernten Denkweisen und Techniken in verschiedenen technischen und naturwissenschaftlichen Zusammenhängen verknüpfen und anwenden.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Antriebskonzepte zu beurteilen und selbständig Lösungen für Antriebsaufgaben zu entwerfen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, einfache mechatronische Systeme zu entwerfen und zu modellieren.</li> <li>• Sie können Antriebsstränge mit Hilfe von Mehrkörpersimulationssystemen modellieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
A) Inhalt der Veranstaltung Teil A: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Antriebstechnik</li> </ul>					

- Einführung in die Fahrzeugsimulation mit Matlab/Simulink
- Aufbau eines Simulationsmodells als Unterstützung zur Elektrifizierung der Antriebstränge von Fahrzeugen eines großen Entsorgungsunternehmens
- Exkursion zum Kraftfahrzeugbundesamt in Flensburg (Abgasmesstechnik und Rollenprüfstand) oder zur Abteilung Antriebstechnik in der Forschung und Entwicklung eines Fahrzeugherstellers in Niedersachsen

B)

- Aktorik und Sensorik
- Steuerung und Regelung
- Systemintegration und Entwicklung mechatronischer Systeme
- Modellierung und –simulation mechatronischer Systeme
- Einführung in das Programmsystem ADAMS als Beispiel eines Mehrkörpersimulationssystems

#### **Lehrformen**

Workshop als betreute Gruppenarbeit, Vorlesung in seminaristischer Lehrform, Hands-On Seminar im Simulationslabor

#### **Medienverwendung**

Tafel, Präsentationsmaterial, Computerprogramme, Simulationen

#### **Literatur**

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

<b>Modulbezeichnung:</b> Einführung in die Numerische Strömungsberechnung (CFD)						
Kürzel CFD	Lehrveranstaltung/en Einführung in die Numerische Strömungsberechnung	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Dauer 1 Semester			
Studiensemester 1./2. Semester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstudium 60 h			
Sprache deutsch	Gruppengröße 18 Studierende	Umfang 4 SWS	Kreditpunkte 5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Grundkenntnisse in Strömungsmechanik, Thermodynamik und Wärmeübertragung	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung			
Überfachliche Qualifikationen	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein					
Prüfungsart	Prüfungsleistung					
Prüfungsform	K(2), SP(MP)					
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Erfolgreiche Teilnahme an der Klausur, regelmäßige Teilnahme am PC-Labor						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr.-Ing. Claus Werninger, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr.-Ing. Claus Werninger, Dipl.-Ing. Joachim Stamp, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien						
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Den Studierenden werden die physikalischen Grundlagen vermittelt, die die Feldgrößen bei der Bewegung fluider Materie (Geschwindigkeit, Druck, Temperatur, Turbulenzgrößen, Dichte u.a.m.) beschreiben.</li> <li>An einigen Übungsbeispielen vollziehen die Studierenden den Simulationsprozess nach: Geometriedarstellung des Strömungsfelds, die Vernetzung der Geometrie mit wechselnder räumlicher Auflösung sowie die Definition der dem Problem zugrundeliegenden, angepassten Physik.</li> </ul>						

<ul style="list-style-type: none"><li>• Schließlich erlangen die Studierenden noch Kenntnisse und Erfahrungen in der Auswahl und Einstellung passender numerischer Einstellungen in der CFD Software, um die Simulationsaufgabe zu einer konvergenten Lösung zu führen.</li><li>• Die Studierenden können eine Problemstellung zur Simulation aufbereiten, passende Modelle gestalten, eine numerische Lösung erzielen und die Ergebnisse darstellen. Sie sind in der Lage die Ergebnisse zu validieren und wissenschaftlich zu interpretieren.</li></ul>
<b>Inhalte</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Herleitung der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie</li><li>• Diskussion der Turbulenz: Phänomen und Modellierung</li><li>• Diskussion der Betriebs- und Randbedingungen im allgemeinen und in ihrer Umsetzung in einer CFD-Software</li><li>• Diskretisierung der Erhaltungsgleichungen für die Finite-Volumen-Methode (FVM)</li><li>• Lösungsalgorithmen zur iterativen Berechnung der Feldgrößen Geschwindigkeit, Druck, Temperatur u.a.m.</li><li>• Visualisierung der Lösungsgrößen</li></ul>
<b>Lehrformen</b>
Vorlesung und PC-Labor zur individuellen Einübung der Simulation mit der Software ANSYS Fluent
<b>Medienverwendung</b>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ferziger, J. Numerische Strömungsmechanik, 2. Auflage Peric, M. Springer Vieweg, 2020 Street, R.L.</li><li>• Lecheler, S. Numerische Strömungsberechnung, 4. Auflage Springer Vieweg, 2018</li><li>• Laurien, E. Numerische Strömungsmechanik: Grundgleichungen und Modelle – Oertel, H. jr. Lösungsmethoden – Qualität und Genauigkeit, 6. Auflage Springer Vieweg, 2018</li><li>• Versteeg, H. An Introduction to Computational Fluid Dynamics: Malalasekera The Finite Volume Method, 2. Auflage Prentice Hall, 2007</li></ul>

<b>Modulbezeichnung:</b> Kybernetik								
<b>Kürzel KT</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Kybernetik	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester					
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h					
<b>Sprache</b> Deutsch/Englisch	<b>Gruppengröße</b> 10 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5					
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung						
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein							
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung							
<b>Prüfungsform</b>	K(1), SP(HA)							
<b>Prüfungssprache</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt							
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>								
Klausur und Erfolgreiches Bearbeiten eines abgegrenzten Fallbeispiels, Präsentation der Arbeitsergebnisse								
<b>Modulverantwortlicher</b>								
Prof. Dr.-Ing. Nils Werner, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien								
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>								
Prof. Dr.-Ing. Nils Werner, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien Prof. Dr.-Ing. Paolo Mercorelli, Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Produkt- und Prozessinnovation								
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>								
Die Studierenden erlernen die erweiterten Grundlagen der Kybernetik deren Simulation und realen Anwendung.								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können in Strukturen denken und die erlernten Denkweisen und Techniken in verschiedenen technischen und naturwissenschaftlichen Zusammenhängen verknüpfen und anwenden.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Steuerungen und Regelungen zu beurteilen.</li> <li>• Sie können mit Matlab/Simulink Modelle erstellen und Simulationen durchführen.</li> <li>• Sie sind in der Lage reale Regelkreise unter Anwendung von Mikrocontrollern zu entwerfen.</li> <li>• Sie beherrschen den Umgang mit konventioneller Regelungstechnik und die Grundlagen und Anwendung von sensorlosen Regelungen mit Hilfe von virtuellen Sensoren durch Beobachter Entwurf (Luenberger Beobachter und Kalman Filter als Beobachter im linearen und nichtlinearen Fall mit Simulationen in Simulink).</li> <li>• Sie beherrschen die Konzepte der Nichtlinearität in den Systemen und in der Regelung.</li> </ul>								

<ul style="list-style-type: none"><li>• Sie sind in der Lage Entwürfe von Regelungen für nichtlineare Systeme durch Lyapunov basierte Ansätze wie z.B. Sliding Mode Control und Regelungsstrukturen nach dem Konzept der Passivität und Dissipativität zu konzipieren.</li><li>• Sie sind in der Lage Model Predictive Control Strukturen zu konzipieren, besonders in Kombination mit Sliding Mode Control.</li></ul>
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Kybernetik</li><li>• Modellbildung</li><li>• Einführung in Matlab/Simulink</li><li>• Einsatz und Programmierung von Mikrocontrollern über Simulink</li><li>• Regelung an realen Regelstrecken mit Mikrocontrollern</li><li>• Wurzelortskurvenverfahren</li><li>• Luenberger Beobachter mit Simulation und Einsatz an realer Regelstrecke</li><li>• Einführung in die nichtlineare Regelung</li><li>• Kalman Filter als Beobachter im linearen und nicht linearen Fall mit Simulation</li><li>• Sliding Mode Control mit Simulation</li><li>• Einführung in die Model Prediktiven Regelungen</li><li>• Aufgaben, Beispiele und Übungen mit Matlab/Simulink</li></ul>
<b>Lehrformen</b> <p>Workshop als betreute Gruppenarbeit, Vorlesung in seminaristischer Lehrform,</p>
<b>Medienverwendung</b> <p>Tafel, Präsentationsmaterial, Computerprogramme, Simulationen</p>
<b>Literatur</b> <p>wird in der Vorlesung bekannt gegeben</p>

<b>Modulbezeichnung:</b> Technische Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit					
<b>Kürzel SZ</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Technische Zuverlässigkeit	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h		
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflicht -veranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		K(2)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Prüfungsleistung, Klausur (120 min.)					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Ying Li, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr.-Ing. Ying Li, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
<u>Kenntnisse</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe, Definitionen und Kenngrößen in technischer Zuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit</li> <li>- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>- Methoden der Zuverlässigkeitsanalyse</li> </ul>					
<u>Fertigkeiten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische Beschreibung der Zuverlässigkeit technischer Komponenten</li> <li>- Auslegen Zuverlässigkeitstest</li> <li>- Durchführung statistischer Auswertung von Versuchsdaten</li> <li>- Bestimmen von Zuverlässigkeitskenngrößen über Lebensdauer und Ausfallswahrscheinlichkeit technischer Komponenten</li> </ul>					
<u>Kompetenzen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auslegung und Auswertung von Zuverlässigkeitstest</li> <li>- Zuverlässigkeitsanalyse</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"><li>• Betriebsfestigkeitsanalyse</li></ul>
<b>Inhalte</b>
<u>Vorlesung</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundbegriffe, Kenngröße und Standards</li><li>• Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie</li><li>• Wahrscheinlichkeitsrechnung und Verteilungsfunktionen</li><li>• Grafische Verfahren der Zuverlässigkeitssanalyse</li><li>• Rechnerische Verfahren der Zuverlässigkeitssanalyse</li><li>• Betriebsfestigkeit</li><li>• Lebensdauerversuche und Zuverlässigkeitstests</li></ul>
<b>Lehrformen</b>
Vorlesung in seminaristischer Lehrform
<b>Medienverwendung</b>
Unterstützendes Material zum Download, Folien, Beamer, Tafel,
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Bertsche, B.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau, Springer Verlag, 2004</li><li>- Birolini, A.: Reliability Engineering Springer, 2004</li><li>- Birolini, A.: Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme Springer, 1991</li></ul>
Haibach, E.: Betriebsfestigkeit: Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung Springer, 2006

<b>Modulbezeichnung:</b> Simulationsbasierte Auslegung elektrischer Maschinen						
<b>Kürzel SAEM</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Simulationsbasierte Auslegung elektrischer Maschinen	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester			
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h			
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b>		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Elektrische Maschinen 1, Elektrische Maschinen 2, Numerische Berechnung technischer Systeme	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung			
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein					
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung					
<b>Prüfungsform</b>	SP					
<b>Prüfungssprache</b>	<input type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input checked="" type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Mit Erfolg testiertes Labor						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Löhlein, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Löhlein Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien						
Mit erfolgreichem Abschluss des Moduls sind Sie in der Lage ...						
<b>Kenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... den Workflow einer FEM-Berechnung zu erläutern und nachzuvollziehen (pre-processing, processing, post-processing)</li> <li>• ... das FEM-Programm Ansys Electronic Desktop im Bereich der Elektromagnetik in Grundzügen zu bedienen</li> <li>• ... die mathematischen Grundlagen einer FE-Simulation zu erläutern</li> </ul>						

**Fertigkeiten:**

- ... Berechnungsziele für FEM-Berechnungen zu definieren und Einflussfaktoren abzuschätzen
- ... ein Berechnungsmodell als Grundlage für eine numerische Simulation aufzubauen und entsprechend zu vereinfachen
- ... ein vorhandenes FEM-Modell im Hinblick auf die Berechnungseffizienz anzupassen
- ... erzielte Simulationsergebnisse derart auszuwerten (post-processing), dass Sie die gewünschten Zielgrößen erhalten
- ... Parametervariationen und Sensitivitätsanalysen in der FE-Software durchzuführen
- ... Möglichkeiten und Grenzen einer FE-Berechnung zu erkennen

**Kompetenzen:**

- ... eigenständig numerische Berechnungen durch problemspezifische Modellbildung und numerische Simulation zu planen und anzustellen
- ... zur Verfügung stehende Berechnungsressourcen sinnvoll einzuteilen und zu nutzen
- ... vorhandene Simulationsmodelle zu überarbeiten und weiterzuentwickeln
- ... zu prognostizieren, ob eine Finite Elemente Berechnung für Ihre Problemstellung das geeignete Lösungswerkzeug darstellt

**Inhalte**

- 1.) Struktur einer numerischen Berechnung
- 2.) Differentialgleichungen zur Beschreibung technischer Systeme
- 3.) Grundlagen der Finite Elemente Methode und von verwandten Verfahren
- 4.) Elektrische und magnetische Potentiale als mathematische (Hilfs-) Größen
- 5.) Materialien und Materialmodelle
- 6.) Erzeugung und Import von 2D und 3D Geometrien
- 7.) Parametrisierung von Geometrien
- 8.) Erzeugung und Adaption von problemspezifischen FE-Netzen
- 9.) Ausnutzung von Symmetrien in der numerischen Simulation
- 10.) Natürliche und erzwungene Randbedingungen in der Elektromagnetik (Dirichlet, Neumann, Robin)
- 11.) Konvergenz und Divergenz von FE-Berechnungen
- 12.) Durchführung von Postprocessing zur Ableitung der Zielgrößen aus dem Simulationsergebnis
- 13.) Betrachtung von Kräften und Vibrationen (Körperschall)

**Lehrformen**

Vorlesung in seminaristischer Lehrform und Labor

**Medienverwendung**

Tafel, Folien, Powerpoint-Präsentation,

**Literatur**

- Aschendorf, B.: FEM bei elektrischen Antrieben 1. Springer Vieweg, 1. Aufl., 2014.
- Aschendorf, B.: FEM bei elektrischen Antrieben 2. Springer Vieweg, 1. Aufl., 2014.
- Gebhardt, C.: Praxisbuch FEM mit Ansys Workbench. Carl Hanser Verlag, 3. Aufl., 2018.
- Handbuch zur Software Ansys Electronics Desktop und Tutorials
- Müller, G.: FEM für Praktiker – Band 4: Elektrotechnik. expert Verlag, 2. Aufl., 2009.
- Westermann, T.: Modellbildung und Simulation. Springer Vieweg, 2. Aufl., 2021.

<b>Modulbezeichnung:</b> Energetische Biomassenutzung					
<b>Kürzel</b> <b>BIOM</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Biomassenutzung	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h		
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Inhaltlich: Teilnahme an den Lehrveranstaltungen Chemie und Physikalische Chemie, Grundkenntnisse MS Excel	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		SP (Arbeit und Vortrag)			
<b>Prüfungsform</b>		MP			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> <b>DE</b> (Deutsch) <input type="checkbox"/> <b>EN</b> (Englisch) <input type="checkbox"/> <b>DE &amp; EN</b> <input type="checkbox"/> <b>DE   EN</b> <input type="checkbox"/> <b>Wird in der Veranstaltung festgelegt</b>			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Teilnahmepflicht, Labortestat					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr. Hinrich Uellendahl, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr. Hinrich Uellendahl, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien					
<b>Kenntnisse:</b> Die Studierenden ...					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit der Definition von Biomasse, deren Herkunft sowie deren Zusammensetzung.</li> <li>• kennen die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse (Energie, Treibstoffe, Chemikalien, Materialien).</li> </ul>					
<b>Fertigkeiten:</b> Die Studierenden ...					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, anhand der Zusammensetzung von Biomasse die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten zu identifizieren.</li> <li>• können Massen- und Energiebilanzen zur Produktion von Energie, Treibstoffen und anderen Wertstoffen aus Biomasse aufstellen und berechnen.</li> </ul>					

- überblicken die verschiedenen Verfahren zur energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse und können die jeweiligen Erträge berechnen.
- erlernen in Laborversuchen experimentelle Fähigkeiten der Laborpraxis und das Protokollieren von Laborergebnissen anhand einfacher Analysen zur Biomassenzusammensetzung (Trockensubstanz (TS), organische Trockensubstanz (oTS), Brennwert).
- können in Kleingruppenarbeit eine Biogasanlage zur Umsetzung von bestimmten Substraten auslegen.
- können mit Hilfe der Software MS Excel eine Optimierung der Substratzufuhr durchführen, um den höchsten wirtschaftlichen Ertrag zu generieren.

**Kompetenzen:**

Die Studierenden ...

können selbständig Informationen zum Verfahren der Biogasproduktion aus verschiedenen Biomassesubstraten beschaffen, strukturieren sowie die Optimierung einer Biogasanlage durchführen und präsentieren.

1. Biomasse – Definition, Entstehung und Herkunft (primär, sekundär, tertiär), Zusammensetzung, Nutzungsmöglichkeiten.
2. Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe in der Natur.
3. Thermische Umwandlung zur Strom- und Wärmeerzeugung (Biomassekraftwerke).
4. (Bio)chemische Umwandlung von Biomasse in Treibstoffe (Biogas, Bioethanol, Biodiesel u.a.).
5. Kopplung der Biomassenutzung mit anderen regenerativen Energiequellen, Power-to-X Konzepte.
6. Biomasse als Rohstoff für die chemische Industrie
7. Energie- und Stoffbilanz der energetischen und stofflichen Biomassenutzung von der Biomasseproduktion bis zum Endprodukt.
8. Laborversuch: Analysen der Trockensubstanz (TS), organischen Trockensubstanz (oTS) und des Brennwerts von Biomasse.  
14.) Kleingruppenarbeit: Auslegung und Optimierung einer Biogasanlage in Abhängigkeit von Biomassezufuhr und Produktivität mit Hilfe der Software MS Excel.

**Lehrformen**

Vorlesung in seminaristischer Lehrform

**Medienverwendung**

Tafel, Folien, Powerpoint-Präsentation,

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) 2023. Basisdaten Bioenergie Deutschland 2024. <https://mediathek.fnr.de>

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) 2012. Leitfaden Biogas <https://mediathek.fnr.de>

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) 2014. Biokraftstoffe. <https://mediathek.fnr.de>

Aktuelle wissenschaftliche Fachartikel zur Nutzung von Biomasse.

<b>Modulbezeichnung:</b> Fertigungsgerechte Konstruktion			
<b>Kürzel</b> <b>FGK</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Fertigungsgerechte Konstruktion	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstund.</b> 60 h
<b>Sprache</b> Deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Fertigungslehre, Werkstofftechnik, Konstruktion, CAD	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Prüfungsleistung</li> </ul>			
<b>Modulverantwortliche/r</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Steffen Kluge, Fachbereich Energy and Life Science</li> </ul>			
<b>Hauptamtlich Lehrende/r</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Steffen Kluge, Fachbereich Energy and Life Science</li> </ul>			
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Szenario“: Kunden-Lieferanten-Verhältnis <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beratung eines Kunden zur Entwicklung eines prozessfähigen Druckgussteiles</li> <li>○ Anwendung an einem konkreten Bauteil</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>Fähigkeiten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen der Gestaltungsmerkmale bei unterschiedlichen Druckgussteilen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Teile aus der Sammlung</li> <li>○ Mitbringen eigener Teile</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Prozessverständnis Druckguss <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Werkstoff</li> <li>○ Maschine, Fertigungszelle</li> <li>○ Werkzeug</li> <li>○ Konstruktion <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prozessparameter</li> </ul> </li> <li>○ Qualitätssicherung</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Veranstaltung gliedert sich in drei Teile <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorlesung</li> </ol> </li> </ul>			

- 2. Labor / Übung / Workshop
- 3. Projektarbeit
- Teil 1: Vorlesung
  - 1. Wiederholung der erforderlichen Grundlagen
    - Fertigungslehre
      - Urformen
        - Gießen
        - Gießverfahren
    - Werkstofftechnik
      - Zustandsdiagramme
      - Eisen und Stahl
      - Aluminiumlegierungen
  - 2. Ergänzung Werkstofftechnik
    - Erstarrung & Gefüge
    - Unterkühlung
    - Gefüge
      - Eisen und Stahl
      - Aluminiumlegierungen
    - Gießeigenschaften
    - Speiser Technik
    - Schmelzen
    - Gussfehler
    - Prozesssimulation
  - 3. Druckguss
    - Werkstoffe
    - Maschinen
    - Prozesseinflussgrößen
    - Giesssystem
    - Werkzeuge
    - Fertigungszelle
  - 4. Bauteilgestaltung
    - Konstruktion
    - Prozess
    - Qualitätssicherung
    - Bearbeitung
    - Nacharbeit
- Teil 2: Labor / Übung / Workshop
  - Diskussion Inhalte der VL an vorhandenen, realen Bauteilen Schwerpunkt

- Bauteilgestaltung
  - Formteilung
  - Vermeidung von Materialanhäufungen
- Prozess
  - Anschnitt
  - Überläufe
- Gussfehler
  - Kritische Bereiche am Bauteil
  - Formverschleiß
- Diskussion Inhalte der VL an durch die Teilnehmenden mitgebrachte, reale Bauteile
- Teil 3: Projektarbeit
  - Anwendung der Inhalte aus Teil 1 und 2 auf ein individuell ausgewähltes Bauteil
    - Bevorzugt ein selber mitgebrachtes Teil mit persönlichem Bezug
    - Oder Bauteil aus der Sammlung
  - Nachkonstruktion eines typischen Druckgussteils
  - Prozessauslegung
    - Gießparameter
  - Konstruktion unter besonderer Berücksichtigung
    - Konstruktion
    - Prozess
    - Werkzeug
    - Qualitätssicherung
  - Projekt Dokumentation aus Sicht eines Lieferanten-Kunden-Verhältnisses
  - Nachvollziehbare Entscheidungsfindung

#### Lehrformen

- Vorlesung und Workshops

#### Medienverwendung

- VL-Skripte
- Videos
- Echte Teile zum Anfassen

#### Literatur

- Altenpohl, Dietrich: Aluminium von innen
- Bargel, Hans-Jürgen: Werkstoffkunde
- Brunhuber, Ernst: Praxis der Druckgussfertigung
- Buck, Volkmar; et al.: Fachkunde Gießereitechnik
- Franke, Simone: Gießerei Lexikon
- Hasse, Stephan: Guß- und Gefügefehler
- Nogowizin, Boris: Theorie und Praxis des Druckgusses
- Nogowizin, Boris: Konstruktion und Fertigung der Druckgießformen

## Module des Wintersemesters

Softwareentwicklung im Ingenieurswesen	29
Produktentwicklung	31
Projekt 2	33
Wahlpflichtfächer	
Einführung in die Numerische Prozesssimulation (CAPE)	35
Fließschemata in der Anlagentechnik	37
Green Engineering	39
Maschinendynamik und Akustik	41
Membrantechnologie	43
Simulation mechatronischer Systeme (SMS)	45
Systemzuverlässigkeit im Maschinenbau	48

<b>Modulbezeichnung:</b> Softwareentwicklung im Ingenieurswesen					
Kürzel SEI	Lehrveranstaltung/en Softwareentwicklung im Ingenieurswesen	Häufigkeit des Angebots 1x jährlich	Dauer 1 Semester		
Studiensemester Wintersemester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstunden 60 h		
Sprache deutsch	Gruppengröße 35 Studierende	Umfang 4 SWS (5 ECTS)	Kreditpunkte 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen	Verbindlichkeit Pflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		SP (Arb, Vortr)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Projekt (Hausarbeit)					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr. habil. Mads Kyed, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr. habil. Mads Kyed, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Teilnehmer*innen erhalten mit objektorientierten Methoden einen systematischen Zugang zur Softwareentwicklung.</li> <li>Sie beherrschen eine objektorientierte Programmiersprache und das objektorientierte Programmierparadigma.</li> <li>Sie sind in der Lage, professionell in der Entwicklung von großen industriellen Softwaresystemen mitzuwirken.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Objektorientierte Analyse und Design</li> <li>Einführung in einer objektorientierten Programmiersprache</li> <li>Datenbanktechnologien</li> <li>Grafische Benutzeroberflächen</li> <li>Client-Server-Systeme</li> </ul>					

**Lehrformen**

Tafel- und Beamer-Unterricht, Betreute Übungen.

**Literatur**

- Folien/Slides der Vorlesung.

Ergänzungsliteratur:

<b>Modulbezeichnung:</b> Produktentwicklung								
Kürzel ProdE	Lehrveranstaltung/en Produktentwicklung	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Dauer 1 Semester					
Studiensemester 1. Semester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstud. 60 h					
Sprache deutsch	Gruppengröße 25 Studierende	Umfang 4 SWS	Kreditpunkte 5					
Formale Teilnahmevoraussetzungen keine	Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen keine	Verbindlichkeit Wahlpflichtveranstaltung						
Überfachliche Qualifikationen	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein							
Prüfungsart	Prüfungsleistung							
Prüfungsform	SP (Arb, Vortr)							
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt							
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>								
Projektausarbeitung als Gruppenarbeit und Vortrag								
<b>Modulverantwortliche/r</b>								
Prof. Dr.-Ing. D. Manoharan, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>								
Prof. Dr.-Ing. D. Manoharan, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
Prof. Dr.-Ing. T. Steffen, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können gängigen digitalen Werkzeuge entlang des Produktentwicklungsprozesses</li> <li>• Die Studierende kennen die Bedeutung der Durchgängigkeit und Integrität der Daten entlang der Produktentstehung und im Lebenszyklus eines Produktes</li> <li>• Die Studierende kennen die Simulationswerkzeuge im interdisziplinäre Zusammenhang, die bei der Produktentwicklung angewendet werden.</li> <li>• (Die Studierenden können in interdisziplinären Teams arbeiten und die gängigen digitalen Werkzeuge aus unterschiedlichen Disziplinen gemeinsam anwenden.)</li> </ul>								
<b>Inhalte</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in den Produktentstehungsprozess PEP</li> </ul>								

- Methoden in der Produktentwicklung aus den Feldern, Design, Usability, Elektronik und Software und ihre digitalen Werkzeuge sowie die Schnittstellen
- Simulationsmethoden der unterschiedlichen Disziplinen (CAx Werkzeuge: CAD, CAM, CAQ, FEM, MKS, HiL etc.)

**Lehrformen**

Vorlesung, Workshops, Projektarbeit im Team, Teamcoaching

**Literatur**

- Feldhusen/Grote: Pahl/Beitz Konstruktionslehre, Springer Verlag 2013
- Einschlägige Veröffentlichungen

<b>Modulbezeichnung:</b> Projekt 2					
Kürzel <b>Pro 2</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Semesterprojekt	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 300 h/Studierenden	<b>Selbststudium</b> 270 h	<b>Präsenzstud.</b> 30 h		
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 5 Studierende	<b>Umfang</b> 2 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 10		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Pflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		SP (Vortrag oder Arbeit)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Erfolgreiches Bearbeiten eines abgegrenzten Fallbeispiels, Präsentation der Arbeitsergebnisse					
<b>Modulverantwortlicher</b>					
Prof. Dr.-Ing. Thies Langmaack, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Lehrende der Hochschule Flensburg					
<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen Methoden der Ingenieurwissenschaften, des Projektmanagements und der Präsentation von ingenieurtypischen Projekten.</li> <li>• Die Studierenden können ein komplexes Problem in Einzelprobleme auflösen (Anforderungsliste, Lastenheft, Pflichtenheft).</li> <li>• Diese Einzelprobleme – auch unter einem Systemaspekt – lösen (Kreativtechniken),</li> <li>• die Einzellösungen zu ingenieurwissenschaftlichen Systemen zusammenfassen und</li> <li>• diese in einem entsprechenden Projekt umsetzen.</li> <li>• Sie können ein solches Projekt ergebnisorientiert planen (Projektplan),</li> <li>• eine Projektgruppe organisieren und</li> <li>• den Projektplan organisiert durchführen (Projektverfolgung).</li> <li>• Sie können die Ergebnisse aufbereiten, einen Report darüber schreiben und in einer Präsentation darstellen.</li> </ul>					

- Intellektuelle und soziale Kompetenzen werden durch die Vermittlung von abstraktem, analytischem über den Einzelfall hinausgehendem und vernetztem Denken herausgebildet.
- Es wird die Fähigkeit geschult, sich schnell methodisch und systematisch in Neues einzuarbeiten. Dadurch werden Selbstständigkeit, Teamfähigkeit, vernetztes Denken, Kreativität, Offenheit, Kommunikationsfähigkeit und Organisationsvermögen entwickelt und gefestigt.

#### **Inhalte**

Das Projektmodul umfasst die Durchführung eines Projektes, die Anfertigung eines Projektberichtes und dessen Präsentation. Einige Details erklärt das unter Projekt 1 beigelegte FAQ-Dokument.

#### **Lehrformen**

Workshop als betreute Gruppenarbeit, Vorlesung in seminaristischer Lehrform.

<b>Modulbezeichnung:</b> Einführung in die Numerische Prozesssimulation (CAPE)						
Kürzel CAPE	Lehrveranstaltung/en Einführung in die Numerische Prozesssimulation	Häufigkeit des Angebots Wintersemester	Dauer 1 Semester			
Studiensemester 1./2. Semester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstudium 60 h			
Sprache Deutsch/Englisch	Gruppengröße 12 Studierende	Umfang 4 SWS	Kreditpunkte 5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Grundkenntnisse in Thermischer Verfahrenstechnik und ggf. Chemischer Verfahrenstechnik	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung			
Überfachliche Qualifikationen	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein					
Prüfungsart	Prüfungsleistung					
Prüfungsform	K(2), SP(MP)					
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Erfolgreiche Teilnahme an der Klausur, regelmäßige Teilnahme am PC-Labor; alternativ mündliche Prüfung						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr.-Ing. Claus Werninger, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr.-Ing. Claus Werninger, Dipl.-Ing. Jens Jungclaus Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien						
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, das Basiskonzept eines chemischen oder thermischen Prozesses zu erstellen. Sie berücksichtigen dabei heuristische oder rigorose Methoden und bilanzieren ihren Konzeptentwurf in der Synthesephase mit Hilfe der Erhaltungsprinzipien.</li> <li>Die Studierenden können den Konzeptentwurf in der Prozesssimulationssoftware ASPENPLUS abbilden und sind in der Lage geeignete Stoffgesetze auszuwählen.</li> <li>Die Studierenden erzielen Lösungen für ihre Entwürfe, können die Lösungen bewerten und mit Hilfe von Analysewerkzeugen die Lösungsgüte evaluieren.</li> </ul>						

### Inhalte

- Lösungsmethoden zur Prozesssynthese:
  - Heuristische Ansätze und rigorose Ansätze
- Einführung in die stationäre Prozesssimulation:
  - Gemischthermodynamik
  - Basisausrüstung Prozessanlagen: Pumpen, Kompressoren, Wärmeübertrager, Ventile
  - Chemische Reaktoren in ASPENPLUS
  - Thermische Unit Operations und deren Modellierung in ASPENPLUS
- Prozessberechnung und Prozessanalyse
  - Analysewerkzeuge in ASPENPLUS

### Lehrformen

Vorlesung und PC-Labor zur individuellen Einübung der Simulation mit der Software ASPENPLUS

### Medienverwendung

Einsatz der Prozesssimulationssoftware ASPENPLUS

### Literatur

- Al-Malah, K.                    ASPENPLUS Chemical Engineering Applications  
    Wiley, 2017
- Schefflan, R.                 Teach Yourself the Basics of ASPENPLUS, 2. Auflage  
    Wiley, 2016
- Smith, R.                      Chemical Process Design and Integration, 2. Auflage  
    Wiley, 2016
- Turton, R.                     Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, 5. Auflage  
    Prentice Hall, 2018  
    Bhattacharyya, D.  
    Whiting, W.B.
- Baehr, H.D.                  Thermodynamik: Grundlagen und technische Anwendungen,  
    16. Auflage,  
    Springer Vieweg, 2016  
    Kabelac, S.
- Blass, E.                      Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse, 2. Auflage  
    Springer, 1997

<b>Modulbezeichnung:</b> Fließschemata in der Anlagentechnik						
Kürzel FIA	Lehrveranstaltung/en Fließschemata in der Anlagentechnik	Häufigkeit des Angebots WS und SS	Dauer 1 Semester			
Studiensemester 5. oder 6.	Workload 75 h	Selbststudium 45 h	Präsenzstud. 30 h			
Sprache deutsch	Gruppengröße 10 Studierende	Umfang 2 SWS	Kreditpunkte 2,5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen keine	Verbindlichkeit Wahlpflichtveranstaltung			
Überfachliche Qualifikationen	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Prüfungsart	Prüfungsleistung					
Prüfungsform	SP (HA)					
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Erstellung eines vollständigen Fließbildes mit CAD-Programm von einer Prozessanlage						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr.-Ing. Wiktoria Vith						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr.-Ing. Wiktoria Vith						
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Prozessfließbilder lesen und verstehen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die gängige Symbolik der Fließbilder</li> <li>• Sie sind in der Lage mit einem RI-CAD Programm ein Fließbild zu entwickeln.</li> </ul>						
<b>Inhalte</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist ein P&amp;ID?</li> <li>• RI-NORM EN ISO 10628</li> <li>• Erkennen der Symbolik der Fließbilder</li> <li>• Standard- und Zusatzinformationen in Fließbilder</li> <li>• Fließbilder lesen und verstehen</li> <li>• RI-Cad kennenlernen</li> <li>• Aufbau eines Fließbildes</li> <li>• Fließbildansätze entwickeln</li> </ul>						

**Lehrformen**

Vorlesung auf der Basis von Vorlesungsskript, beispielhafte Fließbilder, RI-CAD Programm, Prozessanlagenbesichtigung

**Literatur**

Aktuelle Veröffentlichungen

<b>Modulbezeichnung:</b> Green Engineering								
<b>Kürzel</b> <b>GE</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Green Engineering	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommer- und Wintersemester	<b>Dauer</b> 1, wahlweise 2 Semester					
<b>Studiensemester</b> 1./2. Sem. Master Energie- und Umweltmanagement 1./2. Sem. Master SystemTechnik	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstunden</b> 60 h					
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5					
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung						
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein							
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung							
<b>Prüfungsform</b>	SP (Vortrag und Arbeit)							
<b>Prüfungssprache</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt							
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>								
Erstellen einer Projektarbeit und Präsentation der Arbeit am Ende des Semesters								
<b>Modulverantwortlicher</b>								
Prof. Dr. H. Uellendahl, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Hauptamtlich Lehrender</b>								
Prof. Dr. H. Uellendahl, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Green Engineering Kurs haben die Studierenden die Möglichkeit, eine Projektarbeit zu einem gegebenen oder eigens gewählten Thema im Rahmen des nachhaltigen Engineerings auszuarbeiten. Dies kann einerseits die Erarbeitung neuer nachhaltiger technischer Verfahren beinhalten, andererseits die Bewertung solcher Verfahren hinsichtlich ihrer ökonomischen und/oder ökologischen Nachhaltigkeit im Vergleich zu bestehenden Verfahren</li> <li>• Das gewählte Thema sollte auf die bisher im Studium erworbenen Kompetenzen aufbauen.</li> <li>• Im Rahmen der Projektarbeit lernen die Studierenden, ein Projekt zu planen und dessen zeitbegrenzte Durchführung zu organisieren (Zeitplan /Ressourcen /Organisation /Literaturrecherche)</li> <li>• Je nach Wahl des Projektthemas lernen die Studierenden:</li> </ul>								

- ein Life-Cycle Assessment (LCA/Ökobilanz) mit der Software *openLCA* sowie der *ecoinvent* Datenbank durchzuführen
- eine Kosten-Nutzen-Analyse auf Basis von Energie- und Massenbilanzen zu erstellen
- Grundprinzipien neuer technischer Verfahren zu verstehen, Laborversuche zu diesen Verfahren durchzuführen, die Ergebnisse zu beurteilen und zu erarbeiten, wie ein Verfahren optimiert werden kann
- Das Green Engineering Projekt kann sich wahlweise über ein oder zwei Semester (Green Engineering 1 + 2) erstrecken; der Beginn des Projektes ist sowohl im Sommersemester (GE 1) oder Wintersemester (GE 2) möglich

### Inhalte

- Erklärung der Grundprinzipien und Kriterien des ‚Green Engineerings‘
- Heranführen an die Problemstellung anhand von vorgestellten Beispielen
- Einführung zur Kosten-Nutzen-Analyse bzw. Life Cycle Assessment (LCA)
- Ziele und Methoden der Prozessoptimierung
- Erläutern der Grundprinzipien des Projektmanagements
- Bearbeitung eines eigenen Themas als Projekt. Die Projektarbeiten werden durch die Studierenden in Eigenverantwortung bearbeitet - in regelmäßiger Rücksprache mit dem Dozenten.

Bislang wurden beispielsweise folgende Themen aus dem Bereich Energietechnik und Verfahrenstechnik bearbeitet:

- Kosten-Nutzen Vergleich Nutzung von Wasserstoff direkt oder Umwandlung in Methan/Methanol für Kfz- oder Schiffsverkehr
- Umweltbilanz Lehmhaus und Recyceln von Ziegelsteinen gegenüber konventionellem Häuserbau
- LCA Vergleich von Einmal- und Mehrweg-Periodenprodukten
- Vergleichende Analyse der Produktlebenszyklen von Kochboxen und verschiedenen Einkaufsszenarien
- LCA verschiedene Getränkeverpackungen
- LCA und Wirtschaftlichkeitsanalyse eines Li-Ionen Heimspeichers
- LCA Vergleich von Photovoltaik (PV) und Concentrated Solar Power (CSP)
- Herstellung und Recycling von Kunststoffabfällen
- Wirtschaftlichkeitsvergleich zweier Nutzungsszenarien für den Betrieb zweier BHKWs einer Biogasanlage

Mögliche Themen zur experimentellen Prozessoptimierung wären z.B.:

- Laborversuche zur katalytischen Methanisierung von CO<sub>2</sub> und Wasserstoff zu Methan
- Laborversuche zur Ertragssteigerung der Biogasproduktion aus Reststoffen der Landwirtschaft (z.B. Gülle, Stroh)
- Laborversuche zu verschiedenen Verfahren der Fest-flüssig Trennung von Gärresten (für das Testlabor)

### Lehrformen

Vorlesung, Erarbeitung des Projektthemas in Projektgruppen oder Seminar; u.U. Laborversuche, Präsentation der Projektarbeit durch die Studierenden

### Medienverwendung:

Tafel, Präsentationen

### Literatur

Eigene Literaturrecherche zu gewähltem Projektthema.

<b>Modulbezeichnung:</b> Maschinendynamik 2 und Akustik						
<b>Kürzel MaAk</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> a) Akustik b) Maschinendynamik	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester			
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b>  150 h	<b>Selbststudium</b>  90 h	<b>Präsenzstud.</b>  60 h			
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b>  keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>  Grundlagen der Maschinenakustik, Kompetenz zur Lösung komplexer Lärm- und Schwingungsprobleme an Maschinenstrukturen Kenntnisse in FEM-Analyse	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung			
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein					
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung					
<b>Prüfungsform</b>	K(1,5) und SP (Vortrag und Arbeit)					
<b>Prüfungssprache</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Klausur und Projekt mit Präsentation						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr.-Ing. Nils Werner, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr.-Ing. Nils Werner, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien						
Prof. Dr.-Ing. Ying Li, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien						
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können analytische Modelle für abgegrenzte Fallbeispiele aus den Anwendungsfeldern der Modellbildung und –simulation von Anfangswertproblemen auf Systemebene entwickeln und</li> <li>diese in ein Simulationsmodell für eine signalflussbasierte und/oder objektorientierte numerische Simulation umsetzen.</li> </ul>						

<ul style="list-style-type: none"><li>• Sie sind in der Lage, die dafür notwendigen Funktionen der Simulationswerkzeuge Matlab und Simulink zu bewerten, auszuwählen und anzuwenden.</li><li>• Sie lernen die Methoden und Konzepte der passiven und aktiven Strukturkontrolle kennen.</li><li>• Sie können FEM-Modellierungen von schwingungstechnischen Problemen vornehmen.</li><li>• Sie können Eigenwert- und Eigenformanalysen durchführen und können diese auswerten und beurteilen</li></ul>
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Maschinenakustik</li><li>• Modellbildung und Simulation in der Maschinendynamik</li><li>• Experimentelle Schall- und Körperschallanalysen an Maschinen</li><li>• Experimentelle Modalanalyse an ausgewählten Strukturen</li><li>• Numerische Modalanalyse und harmonische Analyse an ausgewählten Strukturen</li><li>• Schwingformen der mechanischen Strukturen</li><li>• Modellreduktion und Simulation aktiver Strukturen</li><li>• Passive und aktive Maßnahmen zur Reduktion der Strukturschwingungen</li></ul>
<b>Lehrformen</b> <p>Workshop als betreute Gruppenarbeit, Vorlesung/Laborveranstaltung als Seminar</p>
<b>Medienverwendung</b> <p>Tafel, Präsentation, Rechnerlabor, Physisches Schwingungslabor</p>
<b>Literatur</b> <p>Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p>

<b>Modulbezeichnung:</b> Membrantechnologie					
Kürzel Memt	Lehrveranstaltung/en Membrantechnologie	Häufigkeit des Angebots WS	Dauer 1 Semester		
Studiensemester 5. oder 6.	Workload 75 h	Selbststudium 45 h	Präsenzstud. 30 h		
Sprache deutsch	Gruppengröße 12 Studierende	Umfang 2 SWS	Kreditpunkte 2,5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		SP (Arb, Vortr)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Engineering einer Fall-Studie, Membranlaborübung mit Auswertungsprotokoll					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Wiktoria Vith					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr.-Ing. Wiktoria Vith					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die Anwendungsfelder der Membrantechnologie und können entsprechend der Aufgabestellung (Fall-Studie) ein System analysieren und überschlägig berechnen</li> <li>Sie sind in der Lage den Zusammenhang zwischen den Kenngrößen, den Regelungsmöglichkeiten der Anlage und der Filtrationsleistung zu bewerten.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Klassifizierung der Filtration</li> <li>Trenngrenzen und Klassifizierung der Membranverfahren</li> <li>Kenngrößen der Filtration</li> <li>Stofftransportarten in der Membran</li> <li>Prozessführung</li> <li>Praxisbeispiele</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b>					

Vorlesung auf der Basis von Vorlesungsskript, Rechenaufgaben, Membranlabor, Besichtigung und Analyse der Membrananlagen

**Literatur**

Aktuelle Veröffentlichungen

<b>Modulbezeichnung:</b> Simulation mechatronischer Systeme (SMS)								
<b>Kürzel</b> SMS	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Simulation mechatronischer Systeme	<b>Häufigkeit des Angebots</b> 1x jährlich	<b>Dauer</b> 1 Semester					
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstunden</b> 60 h					
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS (5 ECTS)	<b>Kreditpunkte</b> 5					
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Kenntnisse im Bereich der elektrischen Maschinen und der Elektrotechnik	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung						
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein							
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung							
<b>Prüfungsform</b>	MP							
<b>Prüfungssprache</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt							
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>								
mündliche Prüfung								
<b>Modulverantwortliche/r</b>								
Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Löhlein, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>								
Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Löhlein, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien								
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschätzung des Einsatzpotentials der Simulationstechnik für die verschiedenen technischen Problemstellungen im Ingenieursalltag; Fokus: Systeme mit elektromagnetischen Aktor oder Sensor</li> <li>• Fortgeschrittene Kenntnisse im Bereich der elektromagnetischen Feldtheorie</li> <li>• Allgemeines Verständnis für numerische Simulationsmethoden</li> <li>• Aufbau und Ablauf einer numerischen Berechnung inklusive der theoretischen Grundlagen</li> <li>• Effizienter und effektiver Einsatz von Finite-Elemente-Berechnungen zur Auslegung mechatronischer Systeme</li> <li>• Expertise im Umgang mit den Softwarepaket Ansys Electronics Desktop und Ansys Workbench</li> <li>• Grenzen der numerischen Berechnung, systematische Fehler</li> </ul>								

- Gezielte Fehlersuche im simulationsbasierten Engineering

#### Inhalte

- Einführung: aktueller Stand der Simulationstechnik für technische Systeme
- Abgrenzung sowie Pro und Contra numerische Berechnung versus analytische Berechnung
- Simulativ darstellbare physikalische Phänomene
- Anforderungen an Hardware und Software für komplexe numerische Problemstellungen
- Modellbildung, partielle Differentialgleichungen (elliptisch, parabolisch, hyperbolisch) und zugehörige Zusatzbedingungen (Dirichlet-, Neumann-, Robin-Randbedingung, Cauchy-Problem)
- Theoretische Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
- Theoretische Grundlagen der elektromagnetischen Feldtheorie (Maxwellsche Gleichungen, Quellen- und Wirbelfelder, Kontinuitätsgleichung, Materialgleichungen, Potentialansätze)
- Einteilung von Feldern (Newton-Felder, Laplace-Felder)
- Workflow einer numerischen Simulation (Pre-Processing, Processing, Post-Processing)
- Berücksichtigung von nichtlinearen Materialdaten und Temperatureinflüssen
- Geometrieerzeugung bzw. -import aus einem CAD-System, uni- und bidirektionale Kopplung von CAD-System und Simulationsumgebung
- Problemspezifische Diskretisierung (Erstellung eines geeigneten Berechnungsnetzes) und Vorstellung verschiedener Finiter-Elemente (Elektromagnetik, Thermisch, Strukturmechanik, Multiphysics, Kontaktlemente) inklusive deren Freiheitsgrade und Eigenschaften
- Diskretisierungsmöglichkeiten (automatisch, halbautomatisch, manuell, adaptiv)
- Möglichkeiten der Parametrisierung
- Möglichkeiten zur Modellvereinfachung und Symmetriebetrachtungen
- Symmetrievereinbarungen für Teilmodelle (linear periodisch und antiperiodisch, azimuthal zyklisch und antizyklisch)
- Eingangs- und Ausgangsgrößen numerischer Simulationen (verteilt vs. Diskret, kausal vs. konservativ)
- Grafische Darstellung und kritische Beurteilung der Simulationsergebnisse
- Simulative Bestimmung von Kräften und Verlusten
- Functional Mock-up Unit, Functional Mock-up Interface als freier Standard für den Austausch dynamischer Modelle
- Aufbau von Systemsimulationen (Transiente Co-Simulation, Modelle reduzierter Ordnung) und virtuelle Systementwicklung
- Modellreduktion mittels verschiedener Verfahren (Zustandsraum, Krylow-Unterraum, ...)
- Ausblick: gekoppelte Multiphysics-Simulationen und Echtzeit FEM-Simulationen

#### Lehrformen

Vorlesung auf der Basis von digitalen Folien, unterstützt praktische Simulationsbeispiele und Ergänzungen an der Tafel bzw. Online-Lehre (nach Bedarf)

#### Literatur

C. Gebhardt, Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench: Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik, Hanser

C. Gebhardt, Konstruktionsbegleitende Berechnung mit ANSYS DesignSpace: FEM-Simulation für Konstrukteure, Hanser

B. Aschendorf, FEM bei elektrischen Antrieben 1: Grundlagen, Vorgehensweise, Transformatoren und Gleichstrommaschinen, Springer Vieweg

B. Aschendorf, FEM bei elektrischen Antrieben 2: Anwendungen: Gleichstrommaschinen, Asynchronmaschinen, Synchronmaschinen, Linearmotoren, Springer Vieweg

P. P. Silvester, R. L. Ferrari, Finite elements für electrical engineers, Cambridge University Press

M. V. K. Chari, P. P. Silvester, Finite elements in electrical and magnetic field problems, John Wiley

H. C. Martin, G. F. Carey, Introduction to finite element analysis, McGraw-Hill Company

<b>Modulbezeichnung:</b> Systemzuverlässigkeit im Maschinenbau						
<b>Kürzel</b> <b>SZ</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Systemzuverlässigkeit	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester			
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 75 h	<b>Selbststudium</b> 45 h	<b>Präsenzstud.</b> 30 h			
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 2 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 3			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflicht -veranstaltung			
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein					
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung					
<b>Prüfungsform</b>	SP (K(2))					
<b>Prüfungssprache</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Prüfungsleistung, SP (Klausur (120 min.))						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr.-Ing. Ying Li, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr.-Ing. Ying Li, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik, maritime Technologien						
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>						
<u>Kenntnisse</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung und Anordnung der Systemzuverlässigkeit</li> <li>• Grundbegriffe, Kenngrößen und Standards der Zuverlässigkeitstechnik</li> <li>• Qualitative und Quantitative Methoden der Systemzuverlässigkeit</li> <li>• Methoden des Versuchsdesigns</li> <li>• Mechatronische Systeme</li> <li>• Sensitivitätsanalyse</li> <li>• Unsicherheit und Robustheit im Systemdesign</li> </ul>						
<u>Fertigkeiten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der qualitativen und quantitativen Methoden der Systemzuverlässigkeit</li> <li>• Auslegung experimenteller Versuche mittels der Methode von DoE und statistische Versuchsauswertung</li> <li>• Quantitative Bewertung der Wechselwirkungen und Unsicherheiten in komplexen technischen Systemen</li> <li>• Analyse der Fehlermöglichkeiten und –auswirkungen eines technischen Systems/ Prozesses</li> <li>• Bewertung der Funktionsrobustheit eines technischen Systems</li> </ul>						
<u>Kompetenzen</u>						

<ul style="list-style-type: none"><li>• Systematische Anwendung von geeigneten qualitativen und quantitativen Methoden der Systemzuverlässigkeit über den gesamten Produktlebenszyklus</li><li>• Beschreibung der Zuverlässigkeit, Funktionssicherheit, Verfügbarkeit und Wartungsfähigkeit einer in Wechselwirkung miteinander stehenden Gesamtheit technischer Elemente</li><li>• Erkennung der Wechselwirkungen und Unsicherheiten in einem technischen System</li><li>• Erkennung der Schwachstellen in Systemauslegung, Optimierung des Systemdesigns hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Robustheit</li></ul>
<b>Inhalte</b>
<u>Vorlesung</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Grundbegriffe der Systemzuverlässigkeit</li><li>• Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie</li><li>• Qualitative Methoden: Fehlermöglichkeits- und Einfluss-Analyse FMEA, Fehlerbaum-Analyse FTA, Design Review based on Failure Mode DRBFM</li><li>• Quantitative Methoden: Boolesche Systemtheorie und Markov Prozess</li><li>• Maßnahmen der Zuverlässigssteigerung</li><li>• Methoden der Sensitivitäts-, Unsicherheits- und Robustheitsanalyse</li><li>• Methoden der Statistischen Versuchsplanung und –auswertung DoE</li><li>• Numerische und experimentelle Simulation für die Systemzuverlässigenanalyse mechatronischer Systeme</li></ul>
<b>Lehrformen</b>
Vorlesung in seminaristischer Lehrform
<b>Medienverwendung</b>
Unterstützendes Material zum Download, Folien, Beamer, Tafel,
<b>Literatur</b>
wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Auswahl an Kursen aus anderen Studienangeboten der Hochschule Flensburg, die im Masterstudiengang Maschinenbau/Verfahrenstechnik als Wahlpflichtfächer anerkannt werden

Electrochemical Energy Technology (WS)	51
Energy Efficiency in Industrial Utilities (WS)	52
Modelling and Simulation of Wind Turbines (WS)	54
Schweißtechnik (SoSe)	56
Safety Management (SoSe)	58
Energy Storage Technology Systems (SoSe)	60
Grundlagen der Kern- und Strahlungsphysik (SoSe)	61
Thermal Engineering Systems in Python – TeSPy (SoSe)	63
Grundlagen der Künstlichen Intelligenz	65

<b>Modulbezeichnung:</b> Elektrochemical Energy Technology					
Kürzel ECET	Lehrveranstaltung/en Elektrochemische Energietechnik	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Dauer 1 Semester		
Studiensemester 1./2. Semester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstud. 60 h		
Sprache englisch	Gruppengröße 25 Studierende	Umfang 4 SWS	Kreditpunkte 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen keine	Verbindlichkeit Wahlpflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		K (2)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input checked="" type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
schriftliche Prüfung					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. habil. Claudia Werner, Fachbereich Energie und Biotechnologie					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr.-Ing. habil. Claudia Werner, Fachbereich Energie und Biotechnologie					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die elektrochemischen Grundlagen sowie das Funktionsprinzip und die Merkmale der behandelten Systeme (Brennstoffzellen, Elektrolyseanlagen, Batterien) und können deren Möglichkeiten im Rahmen unterschiedlicher Anwendungen einschätzen.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage die behandelten Systeme auszuwählen, auszulegen und zu bewerten.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der elektrochemischen Energietechnik</li> <li>Aufbau und Betriebsweise elektrochemischer Energiesysteme</li> <li>Auslegung und Einsatz elektrochemischer Energiesysteme</li> </ul>					
<b>Lehrformen</b>					
Vorlesungen und Übungen auf der Basis von Tafelarbeit, unterstützt durch graphische Darstellungen bzw. Online-Lehre (nach Bedarf)					
<b>Literatur</b>					
Aktuelle Veröffentlichungen					

<b>Modulbezeichnung:</b> Energy Efficiency in Industrial Utilities			
<b>Kürzel</b> EEIU	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Energieeffizienz versorgungstechnischer Systeme	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkt</b> 5
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Thermodynamik, Wärme- übertragung, Strömungslehre, (Steuerungs- und Regelungstechnik)	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung	
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung		
<b>Prüfungsform</b>	K (2) oder Arb.		
<b>Prüfungssprache</b>	<input type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input checked="" type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt		
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>			
Klausur 2,0 h oder Arbeit und Vortrag			
<b>Modulverantwortliche/r</b>			
Prof. Dr.-Ing. Dirk Volta, Fachbereich Energie und Biotechnologie			
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>			
Prof. Dr.-Ing. Dirk Volta, Fachbereich Energie und Biotechnologie			
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>			
Die Studierenden sind in der Lage, wesentliche Zusammenhänge der Anlagentechnik und dessen Betriebsführung zu erkennen und daraus Optimierungspotentiale abzuleiten.			
Anlagen, weisen im realen Anlagenbetrieb eine andere (meist schlechtere) Effizienz auf, als im stationären, ausgelegten Leistungsbereich. Hinzu kommt der individuelle Bedarfsmix der Betriebe an Technischen Medien wie bspw. Kälte und Druckluft. Die Studierenden lernen daher auch das dynamische Verhalten komplexer Verbundstrukturen zu erfassen, und daraus Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten.			
Die Erkenntnisse können in der Praxis sowohl in der Planung, als auch in der Optimierung bestehender Anlagensysteme angewendet werden. Anlagen beziehen sich im Kontext der Vorlesung auf:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Kälte-, Druckluft-, Wasser- und Wärmeversorgung,</li> <li>• sowie jeweils deren Verbrauchern</li> <li>• und Kopplungssystemen (z.B. Wärmerückgewinnung (WRG))</li> </ul>			

## Inhalte

- Grundlagen versorgungstechnischer Systeme
- Kälteversorgung und -nutzung
- Wärmeversorgung und -nutzung
- Druckluftversorgung
- Wasserversorgung und -nutzung
- Versorgungsnetze
  - Auslegung, Anhaltswerte
  - Hydraulischer Abgleich
  - Regelung hydraulischer Weichen
- Kopplungssysteme
  - Systematischer Ansatz
  - 3-R-Methode am Beispiel der Wassernutzung
  - WRG-Kälte
  - WRG-Ofenprozesse
  - WRG-Druckluft
- Kennzahlen
  - Übersicht üblicher Kennzahlen
  - Das Physikalische Optimum
  - Methode des normierten Aufwands

**Lehrformen:** Seminaristischer Unterricht, Vorlesung, Gruppenarbeit, Übungsaufgaben, Beispiele.

**Medienverwendung:** Skript, Anhang zur Vorlesung, Tafel/Board, Präsentation (Power-Point), Kurzfilme.

## Literatur:

- Recknagel: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik
- Arbeitskreis der Professoren für Regelungstechnik in der Versorgungstechnik (Hrsg.): Regelungs- und Steuerungstechnik in der Versorgungstechnik. VDE Verlag, 7. Auflage, 12. September 2014.
- Blesl, M./Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie. Springer-Vieweg, 2013.
- Hesselbach, J.: Energie- und Klimaeffiziente Produktion. Grundlagen, Leitlinien und Praxisbeispiele, Springer-Vieweg, 2012.
- Meyer, J.: Rationelle Energienutzung in der Ernährungsindustrie. Vieweg, Dezember 2000.

<b>Modulbezeichnung:</b> <i>Modelling and Simulation of Wind Turbines</i>						
Kürzel <b>MaS</b>	Lehrveranstaltung/en Modelling and Simulation of Wind Turbines	Häufigkeit des Angebots Sommersemester	Dauer 1 Semester			
Studiensemester 1./2. Semester	Workload 150 h	Selbststudium 90 h	Präsenzstud. 60 h			
Sprache Deutsch oder englisch	Gruppengröße 25 Studierende	Umfang 4 SWS	Kreditpunkte 5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Grundlegende Kenntnisse in Mathematik für Ingenieure, Grundlegende Fähigkeiten im Umgang mit Computern, Grundlegende Erfahrung mit Engineering Software, Ausreichende Englischkenntnisse um der Vorlesung folgen zu können		Verbindlich Wahlpflicht			
Überfachliche Qualifikationen	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Prüfungsart	Prüfungsleistung					
Prüfungsform	K(2)					
Prüfungssprache	<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>						
Bestehen der zweistündigen Klausur						
<b>Modulverantwortliche/r</b>						
Prof. Dr. Clemens Jauch, Institut für Windenergietechnik, Fachbereich Energie und Biotechnologie						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>						
Prof. Dr. Clemens Jauch, Institut für Windenergietechnik, Fachbereich Energie und Biotechnologie						
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Modellbildung und Simulation von technisch/physikalischen Systemen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die grundlegende Funktionsweise einer Windenergieanlage.</li> <li>• Das Zusammenspiel von Windgeschwindigkeit, Pitchwinkel, Rotordrehzahl, Drehmoment und Leistung einer Windenergieanlage wird soweit verstanden, dass dazu ein Simulationsmodell erstellt werden kann.</li> <li>• Die für die Erstellung und Benutzung des Simulationsmodells erforderliche Software Matlab/Simulink wird beherrscht.</li> </ul>						
<b>Inhalte</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Modellbildung und Simulation,</li> </ul>						

- Einführung in Matlab und Simulink,
- Modelle der unterschiedlichen Subsysteme in einer Windenergieanlage,
- Simulationsmodellspezifische Probleme

**Lehrformen**

- Vorlesung im Dialog mit den Studierenden
- Laborübung
- Die Vorlesungsunterlagen, die Laboranweisungen, und bei internationalem Auditorium auch die Vorlesung, sind in englischer Sprache

**Medienverwendung**

Skript, Tafelanschrieb, PowerPoint Präsentationen, Computerlabor

**Literatur**

Skript und Handouts der Präsentationen

<b>Modulbezeichnung:</b> Schweißtechnik					
<b>Kürzel</b> <b>ST</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Schweißtechnik	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h		
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		K(2)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Bestehen einer zweistündigen Klausur					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. habil. Brigitte Clausen, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien					
Kim Petersen, B. Eng. Schweißfachingenieur					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr.-Ing. habil. Brigitte Clausen, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Maritime Technologien, Kim Petersen, B. Eng. Schweißfachingenieur, Karl Peter Hagge Schweißbetrieb GmbH					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
Kenntnisse:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• In diesem Modul lernen Sie die theoretischen Grundlagen zu autogenen und Lichtbogenschweißverfahren kennen.</li> <li>• Sie werden die Grundlagen zu metallischen Werkstoffen wiederholen und auf die Belange der Schweißtechnik erweitern.</li> <li>• Sie lernen was in der Konstruktion und Festigkeitslehre bei mittels Schweißen gefügten Bauteilen zu beachten ist.</li> </ul>					
Fertigkeiten:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte sind so ausgewählt, dass Sie sich die bestandene Klausur als Teil I des internationalen Schweißfachingenieurlehrganges anerkennen lassen können. Damit wird der erste Schritt eines Prozesses absolviert, der den Berufseinsatz des Ingenieurs als Schweißaufsicht o.ä. ermöglicht</li> </ul>					

<b>Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sie sind in der Lage ein angemessenes Schweißverfahren für unlegierten Stahl auszuwählen.</li><li>• Sie wissen was werkstoffseitig beim Schweißen geschieht und können daher Schadensfälle an Schweißnähten besser einschätzen.</li><li>• Sie können Schweißkonstruktionen lesen und richtig darstellen</li></ul>
<b>Inhalte</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Allgemeine Einführung in die Schweißtechnik</li><li>2. Schweißverfahren (Standard und Sonderverfahren)</li><li>3. Werkstoffe und ihr Verhalten beim Schweißen</li><li>4. Konstruktion und Gestaltung</li><li>5. Fertigung und Anwendungstechnik</li></ol>
<b>Lehrformen</b> <p>Vorlesung in seminaristischer Lehrform</p>
<b>Medienverwendung</b>
<b>Literatur</b> <p>Skript des DVS zum Schweißfachingenieurlehrgang, Teil I</p>

<b>Modulbezeichnung:</b> Safety Management					
<b>Kürzel USM</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Sicherheitsmanagement	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 75 h	<b>Selbststudium</b> 45 h	<b>Präsenzstud.</b> 30 h		
<b>Sprache</b> englisch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 2 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 2,5 (3)		
<b>Formale Teilnahmeveraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmeveraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung		
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		SP (K(1,5) und Vortr.)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten für diesen Teilbereich</b>					
Erfolgreiche Teilnahme an schriftlicher Prüfung und Vortrag					
<b>Modulverantwortliche</b>					
Prof. Dr.-Ing. Thies Langmaack, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien					
<b>Hauptamtlich Lehrende für diesen Teilbereich „Sicherheitsmanagement“</b>					
Prof. Dr.-Ing. Thies Langmaack, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und maritime Technologien					
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>					
<u>Kenntnisse</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnis üblicher Gefährdungen und von möglichen Gegenmaßnahmen</li> <li>- Verständnis der Grundprinzipien des Sicherheitsmanagements</li> </ul> <u>Fertigkeiten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeit, Gefährdungen aktiv zu minimieren</li> <li>- Fertigkeiten in wesentlichen Werkzeugen wie Gefährdungsanalyse/Gefährdungsprävention, Root Cause Analyse, Aufrechterhalten eines Managementsystems</li> </ul> <u>Kompetenzen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problembewusstsein als Auditor/Mitarbeiter</li> <li>- Lösungskompetenz: Substitution, Technisch, Operativ, Persönlich</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung: Warum Sicherheit?</li> <li>2. Grundlagen und Grundprinzipien des Sicherheitswesens (Risiko/Gefährdung/Schutz)</li> </ol>					

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>3. Standortkultur: Das gelebte Managementsystem</li><li>4. Typische Anforderungen/Elemente eines Managementsystems</li><li>5. Gefährdungen mit tödlichem Potential und Gegenmaßnahmen</li><li>6. Integrierte Managementsysteme</li></ul> |
| Alles unterlegt mit vielen Beispielen aus der eigenen Praxis   |
| <b>Lehrformen</b>  |
| Vortrag und Übungen in Kleingruppen  |
| <b>Medienverwendung</b>  |
| Tafel und Beamer   |
| <b>Literatur – alles zum Herunterladen im Internet</b>   |
| BG ETEM ,Verantwortung in der Unfallverhütung‘, 2016   |
| BGI 587 ,Arbeitsschutz will gelernt sein‘, 2004  |
| BG RCI ,Vision Zero‘, 2017   |
| baua ,Sicherheit und Arbeitsschutz mit System‘, 2011   |

<b>Modulbezeichnung:</b> Energy Storage Technology Systems					
<b>Kürzel</b> ESTS	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Systeme der Energiespeichertechnik	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Wintersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h		
<b>Sprache</b> englisc	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> keine	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflichtveranstaltung			
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung				
<b>Prüfungsform</b>	K(2)				
<b>Prüfungssprache</b>	<input type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input checked="" type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt				
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>	schriftliche Prüfung				
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Claudia Werner, Fachbereich Energie und Biotechnologie				
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Claudia Werner, Fachbereich Energie und Biotechnologie				
<b>Lernergebnisse (learning outcome) / Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen das Funktionsprinzip sowie die Merkmale und Potentiale thermischer, mechanischer, elektrischer, elektrochemischer und chemischer Energiespeicher und</li> <li>können deren Möglichkeiten im Rahmen unterschiedlicher Anwendungen einschätzen.</li> <li>Sie sind in der Lage Speichersysteme auszuwählen, anzuwenden und zu bewerten.</li> </ul>				
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen natürlicher Energiespeicher und technischer Energiespeichersysteme</li> <li>Stationäre und mobile Energiespeicheranwendungen</li> </ul>				
<b>Lehrformen</b>	Vorlesung auf der Basis von Tafelarbeit, unterstützt durch graphische Darstellungen bzw. Online-Lehre (nach Bedarf)				
<b>Literatur</b>	Aktuelle Veröffentlichungen				

<b>Modulbezeichnung:</b> Grundlagen der Kern- und Strahlungsphysik					
<b>Kürzel</b> <b>KUS</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Grundlagen der Kern- und Strahlungsphysik	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester		
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 75 h	<b>Selbststudium</b> 45 h	<b>Präsenzstud.</b> 30 h		
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 2 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 2,5		
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Physik, Mathematik 1			
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
<b>Prüfungsart</b>		Prüfungsleistung			
<b>Prüfungsform</b>		SP (schriftlicher Abschlusstest)			
<b>Prüfungssprache</b>		<input checked="" type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt			
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b>					
Prüfungsleistung, SP (Klausur (120 min.))					
<b>Modulverantwortliche/r</b>					
Prof. Dr. Anja Vest, Fachbereich Energy and Life Science					
<b>Hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr. Anja Vest, Fachbereich Energy and Life Science					
<b>Kenntnisse:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie kennen und verstehen die Grundlagen der Kern und Strahlungsphysik.</li> <li>• Sie kennen das Zerfallsgesetz und die Kernumwandlungen und verstehen die Wirkung ionisierender Strahlung.</li> <li>• Sie kennen verschiedene Strahlungsquellen und Anwendungen der Kern- und Strahlungsphysik.</li> <li>• Sie kennen die Grundsätze im Umgang mit ionisierender Strahlung.</li> </ul>					
<b>Fertigkeiten:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie erkennen Risiken im Zusammenhang mit Radioaktivität.</li> <li>• Sie können einfache Strahlenschutzberechnungen durchführen.</li> </ul>					

<p><b>Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die erlernten Techniken können Sie auf verschiedene technische Zusammenhänge übertragen.</li><li>• Sie können Strahlenschutzmaßnahmen bewerten.</li></ul>
<p><b>Inhalte</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Struktur der Materie</li><li>2. Radioaktivität</li><li>3. Wechselwirkung von Strahlung mit Materie</li><li>4. Strahlenwirkung</li><li>5. Strahlenschutz</li><li>6. Strahlungsmessung und Dosimetrie</li><li>7. Natürliche und künstliche Strahlenquellen</li><li>8. Anwendungen der Kern- und Strahlungsphysik</li><li>9. Kerntechnische Anlagen und Endlager</li><li>10. Strahlenunfälle und Notfallschutz</li></ol>
<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Vorlesung in seminaristischer Lehrform</p>
<p><b>Medienverwendung</b></p> <p>Unterstützendes Material zum Download, Folien, Beamer, Tafel,</p>
<p><b>Literatur</b></p> <p>Lehrbücher:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bethge et al.: Kernphysik: Eine Einführung. Springer Verlag</li><li>• Mayer-Kuckuk: Kernphysik: Eine Einführung. Teubner</li><li>• Povh et al.: Teilchen und Kerne. Springer Verlag</li><li>• Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. Vieweg + Teubner</li><li>• Grupen: Grundkurs Strahlenschutz. Springer Verlag Hering</li></ul>

<b>Modulbezeichnung:</b> Thermal Engineering Systems in Python - TesPy						
<b>Kürzel</b> <b>TeSpY</b>	<b>Lehrveranstaltung/en</b> Thermal Engineering Systems in Python	<b>Häufigkeit des Angebots</b> Sommersemester	<b>Dauer</b> 1 Semester			
<b>Studiensemester</b> 1./2. Semester	<b>Workload</b> 150 h	<b>Selbststudium</b> 90 h	<b>Präsenzstud.</b> 60 h			
<b>Sprache</b> deutsch	<b>Gruppengröße</b> 25 Studierende	<b>Umfang</b> 4 SWS	<b>Kreditpunkte</b> 5			
<b>Formale Teilnahmevoraussetzungen</b> keine		<b>Inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> siehe unten (Thermodynamik + Python)	<b>Verbindlichkeit</b> Wahlpflicht -veranstaltung			
<b>Überfachliche Qualifikationen</b>	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein					
<b>Prüfungsart</b>	Prüfungsleistung					
<b>Prüfungsform</b>						
<b>Prüfungssprache</b>	<input type="checkbox"/> DE (Deutsch) <input checked="" type="checkbox"/> EN (Englisch) <input type="checkbox"/> DE & EN <input type="checkbox"/> DE   EN <input type="checkbox"/> Wird in der Veranstaltung festgelegt					
<b>Voraussetzungen für die erfolgreiche Kursteilnahme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basics of engineering thermodynamics</li> <li>Basic programming skills in Python           <ul style="list-style-type: none"> <li>Havard basic course CS50P recommended: <a href="https://cs50.harvard.edu/python/2022/">https://cs50.harvard.edu/python/2022/</a></li> <li>Basics on: Variables, Functions, Conditions, Loops, Libraries, OOP</li> </ul> </li> <li>Python Installation, Editor etc.           <ul style="list-style-type: none"> <li>vscode with python extension and miniforge3 recommended</li> <li>Use Python 3.11, install tespy and set up working environment</li> <li>Computer lab provides working setup</li> </ul> </li> </ul>						
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</b> SP						
<b>Modulverantwortliche/r</b> Prof. Dr.-Ing. Ilja Tuschy, Fachbereich Energy and Life Science						
<b>Hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Dr.-Ing. Ilja Tuschy, Fachbereich Energy and Life Science M. Eng. Francesco Witte, Fachbereich Energy and Life Science						

### learning outcome / objectives

- In-depth understanding of thermal engineering processes
- Modelling competence for respective steady state simulations
- Utilization of computing power for enhanced process analysis
- Application of python open source software packages

### Inhalte

- Typical applications in technology
  - Heat pumps
  - (geothermal) ORCs
  - CSP power plants
  - Hydrogen powered gas turbines
  - District heating pipe networks
- Engineering Skills
  - Simulation for designing components and systems
  - Structured variation of multiple parameters
  - Engineering communication using graphical and other methods

### Lehrformen

Vorlesung in seminaristischer Lehrform im Computerlabor

### Medienverwendung

Unterstützendes Material zum Download, Folien, Beamer, Tafel,

### Literatur

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

### schedule

- 2025-03-24: Intro & Properties\*<sup>o</sup>
- 2025-03-31: Single components<sup>o</sup>
- 2025-04-07: Solving strategies\*
- 2025-04-14: EUF spring break
- 2025-04-21: Easter holiday
- 2025-04-28: Tespy components\*
- 2025-05-05: Cycles I<sup>o</sup>
- 2025-05-12: Cycles II\*
- 2025-05-19: Design/off-design\*
- 2025-05-26: Cycles III<sup>o</sup>
- 2025-06-02: Optimization\*
- 2025-06-09: Whitsun holiday
- 2025-06-16: Exam preparation<sup>o</sup>
- 2025-06-23: **Examination Week**<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Ilja Tuschy

\*Francesco Witte

## Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Modulbezeichnung	<i>Grundlagen der Künstlichen Intelligenz / Artificial Intelligence Fundamentals</i>			
Modulkürzel				
Fachbereich/Abteilung	Fachbereich 3: Information und Kommunikation			
Kurzbeschreibung	<p>Diese Grundlagenveranstaltung bietet Studierenden aller Fachrichtungen einen Einstieg in die Künstliche Intelligenz (KI), indem sie Wissen über die Implementierung und Anwendung von KI-Systemen vermittelt. Teilnehmer lernen, die Potenziale und Risiken von KI kritisch zu bewerten und ethische sowie gesellschaftliche Fragen zu reflektieren. Abhängig von ihren Vorkenntnissen und den Anforderungen ihres Studiengangs können die Studierenden zwischen praxisorientierten Übungen zur Implementierung eigener KI-Systeme oder der Anwendung bestehender Lösungen wählen, um so gezielt Fähigkeiten zu entwickeln.</p>			
Themenfeld(er)*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Transformation</li> <li>• Naturwissenschaften, Mathematik, Technik und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Interdisziplinäre Zusammenarbeit und Transfer</li> <li>• Ethik</li> </ul>			
Semesterwochen-stunden (SWS)	ECTS-Leistungspunkte(CP)	Arbeitsaufwand (Zeitstunden)		
4	5	Art der Lehrveranstaltungen	Präsenz (Zeitstunden)	Selbststudium (Zeitstunden)
		V	30	45
		Ü	20	60
		Gesamt (Zeitstunden)	50	105
Modultyp	<input checked="" type="checkbox"/> Wahl			
Überfachliche Qualifikationen (Verwendbarkeit in anderen Studiengängen)	<input checked="" type="checkbox"/> ja			
Wird angeboten im	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester			
Voraussetzungen	Formal: keine Inhaltlich: Es werden Grundlagenveranstaltungen im Bereich Mathematik und Statistik empfohlen.			

	Für Informatik- und Ingenieurstudiengänge werden zusätzlich Grundlagenveranstaltungen in der Programmierung (insbes. Python) empfohlen.
Zuordnung zum Curriculum	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> frei
Unterrichtssprache	<input type="checkbox"/> <b>DE</b> (Deutsch) <input type="checkbox"/> <b>EN</b> (Englisch) <input checked="" type="checkbox"/> <b>DE &amp; EN</b> <input type="checkbox"/> <b>DE   EN</b> <input type="checkbox"/> <b>Wird in der Veranstaltung festgelegt</b>
Prüfungsart	Studienleistung
Prüfungsform, -dauer/-umfang	Sonstige Prüfungsleistung
Prüfungssprache	<input type="checkbox"/> <b>DE</b> (Deutsch) <input type="checkbox"/> <b>EN</b> (Englisch) <input type="checkbox"/> <b>DE &amp; EN</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>DE   EN</b> <input type="checkbox"/> <b>Wird in der Veranstaltung festgelegt</b>
Empfehlungen zum Erwerb der Leistungspunkte	Aktive Mitarbeit und regelmäßige Bearbeitung der gestellten Moodle-Aufgaben
Modulverantwortliche*r	Prof. Annina Neumann und Prof. Peter John
Anmeldung über	Moodle

## Inhalte

Lernergebnisse Kompetenzen	und	<p>In dieser Lehrveranstaltung liegt das Ziel darin, Studierende aus unterschiedlichen Fachbereichen mit den grundlegenden Konzepten, Techniken und Herausforderungen der Künstlichen Intelligenz (KI) vertraut zu machen.</p> <p>Die Teilnehmenden erhalten Einblicke in verschiedene Ansätze zur Konzeption und Anwendung von intelligenten Agenten und entwickeln ein algorithmisches Denkvermögen, welches beim Einsatz von KI unerlässlich ist. Sie lernen, statistische Daten und deren Aussagekraft im Kontext von KI korrekt zu interpretieren, den Umgang mit statistischen Variablen und Verteilungen sowie deren Anwendung im Data Preprocessing für KI-Projekte.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Risiken und Potenziale des Einsatzes von KI in der Praxis zu bewerten. Sie erwerben die Fähigkeit, ethische, gesellschaftliche und technische Aspekte kritisch zu reflektieren.</p> <p>Die Möglichkeit, zwischen Praxisübungen mit oder ohne Programmierung zu wählen, ermöglicht es allen Studierenden, entsprechend den Anforderungen in ihrem Studiengang und ihrer</p>
-------------------------------	-----	---

	Vorkenntnisse, sich auf bestimmte Fertigkeiten zu fokussieren. Handlungskompetenzen können daher entweder über die Anwendung von verfügbaren KI-Anwendungen erlangt werden oder durch die Implementierung eigener Praxisbeispiele.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Einführung in das Thema KI</li> <li>-Grundkonzept intelligente Agenten</li> <li>-Statistisches Denken und der Umgang mit Variablen und Verteilungen</li> <li>-Data Preprocessing Methoden</li> <li>-Grundlagen des Maschinellen Lernens: Supervised Learning, Unsupervised Learning, Reinforcement Learning</li> <li>-Grundlagen der künstlichen neuronalen Netze und Deep Learning</li> <li>-Ethische Aspekte und soziale Auswirkungen der KI</li> <li>-Case Studies und Arbeiten mit KI in der Praxis</li> <li>-Karrierepfade in der KI</li> </ul>
Lehrmodus	<input type="checkbox"/> Präsenz <input type="checkbox"/> online <input checked="" type="checkbox"/> hybrid
Lernmodus	<input checked="" type="checkbox"/> Durch Dozent*In gesteuert (Guided) <input type="checkbox"/> Selbstgesteuert (independent- learning)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Ertel, <i>Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxistorientierte Einführung</i>. Springer Vieweg, 2021.</li> <li>• S. Russell, and P. Norvig, <i>Artificial intelligence: a modern approach</i>. Pearson, 2016.</li> <li>• S. Russell, <i>Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control</i>. Allen Lane, 2019.</li> <li>• Weitere Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>
Ausrüstung und Kosten	
Sonstiges	
Letzte Aktualisierung	04.02.2026