



MODULHANDBUCH

Simulation + Test (M.Eng.)

Gültig für die Studien- und Prüfungsordnung vom 02.12.2022

Stand: 04.06.2025

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	3
1. KURZPROFIL UND QUALIFIKATIONSZIELE DES STUDIENGANGS.....	4
2. MODULSTRUKTUR UND STUDIENVERLAUF.....	7
Beginn im Sommersemester.....	7
Beginn im Wintersemester.....	7
Wahlpflichtmodule*.....	8
3. GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH DEM MUTTERSCHUTZGESETZ.....	9
4. MODULBESCHREIBUNGEN.....	11
01 Modellbildung und Simulation 1.....	12
02 Modellbildung und Simulation 2.....	14
03 Simulationsverfahren der KI.....	16
04 Computational Physics.....	18
05 Design of Experiments.....	20
06 Computer Based Measurement and Control.....	22
07 Statistische Datenanalyse.....	24
08 Versuchs- und Prüftechnik.....	26
09 Innovations-Management.....	28
10.1 FEM in der Festkörpermechanik.....	30
10.2 Simulation und Charakterisierung von Brennstoffzellen.....	32
10.3 Applied Deep Learning.....	35
10.4 Kleines F&E-Projekt.....	37
10.5 Großes F&E-Projekt.....	39
11 Masterarbeit.....	41

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ECTS	Credit Points nach dem European Credit Transfer and Accumulation System
P	Praktikum
SS	Sommersemester
SU	Seminaristischer Unterricht
SWS	Semesterwochenstunde
Ü	Übung
WS	Wintersemester

1. KURZPROFIL UND QUALIFIKATIONSZIELE DES STUDIENGANGS

Schnittstelle zwischen Naturwissenschaft und Technik

Du hast ein Bachelorstudium in Physik, Maschinenbau, Elektrotechnik, Mechatronik oder einem ähnlichen Fach abgeschlossen und möchtest dein Wissen gezielt vertiefen? Dann ist der **Masterstudiengang Simulation + Test** genau das Richtige für dich!

In der modernen Produktentwicklung gehen computergestützte Simulation und experimentelle Tests Hand in Hand. Sie helfen Unternehmen dabei, Entwicklungszeiten zu verkürzen und Kosten zu sparen. Damit du diese Werkzeuge sicher beherrschst und ihre Ergebnisse fundiert bewerten kannst, vermittelt dir dieser Studiengang ein tiefes Verständnis der zugrunde liegenden Konzepte – praxisnah und wissenschaftlich fundiert.



Was dich erwartet: Zwei Schwerpunkte – Simulation und Test

Im ersten Schwerpunkt Simulation lernst du verschiedene numerische Verfahren und Simulationstechniken kennen. Du setzt dich intensiv mit ihrer Anwendung auseinander und erfährst, wo ihre Stärken und Grenzen liegen.

Im zweiten Schwerpunkt geht es um Test- und Prüftechnik. Hier bekommst du Einblicke in die Planung und Auswertung von Versuchen mit statistischen Methoden und arbeitest mit modernen Prüfständen. Du lernst Messdaten systematisch zu erfassen und zu verarbeiten und setzt dazu auch moderne Methoden der KI ein.

Deine Kompetenzen nach dem Studium

Im Bereich Simulation:

- Modellierung physikalischer und technischer Systeme
- Verständnis und Anwendung gängiger Simulationsverfahren
- Interpretation und Bewertung von Simulationsergebnissen

Im Bereich Test- und Prüftechnik:

- Statistische Planung und Auswertung von Experimenten
- Konzeption, Aufbau und Nutzung von Testständen
- Messtechnik: Erfassung und Analyse von Daten

Und vor allem:

- Du verstehst das Zusammenspiel von Simulation und Experiment – eine Kompetenz, die in der Praxis besonders gefragt ist.



Studieren mit Praxisbezug und Forschungskontakt

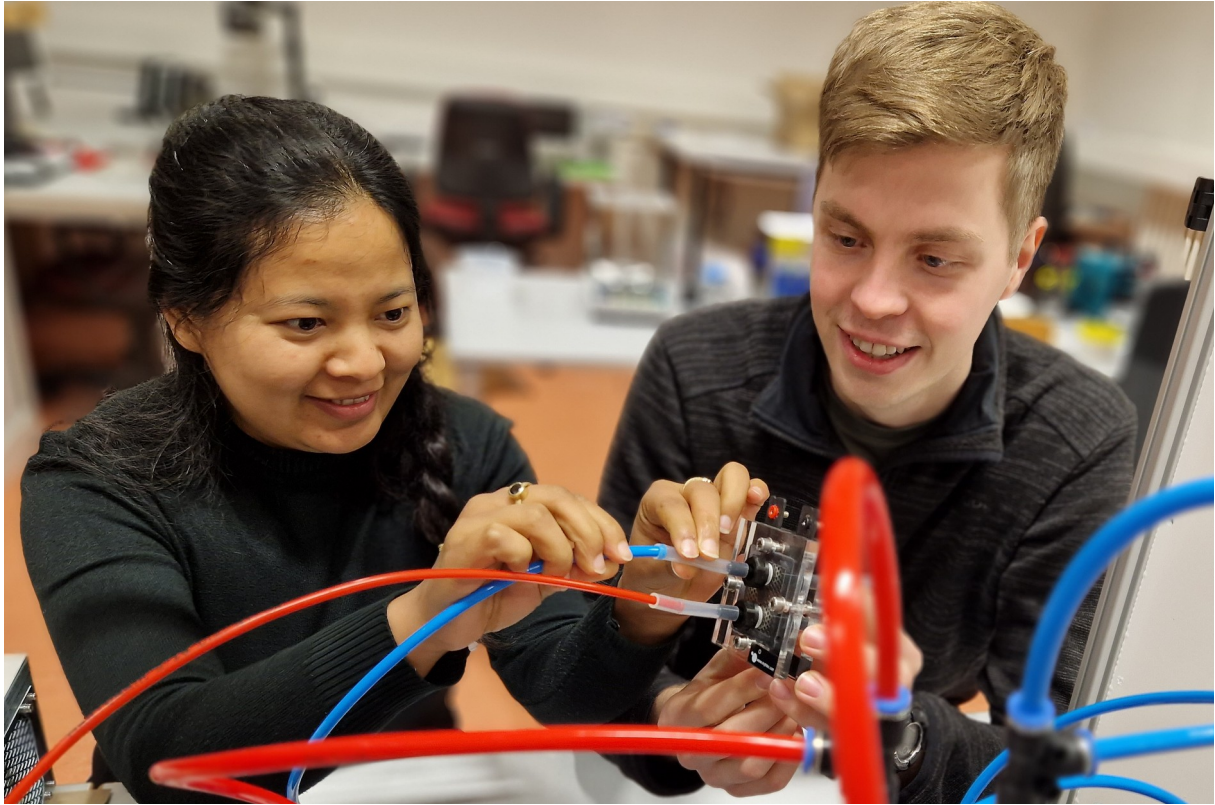
Das Masterstudium an der Hochschule Coburg ist stark praxisorientiert. Außerdem hast du die Möglichkeit, an aktuellen Forschungsprojekten deiner Professorinnen und Professoren oder des Instituts für Sensor- und Aktortechnik (ISAT) mitzuwirken. In deiner Masterarbeit arbeitest du an einem spannenden, anwendungsbezogenen Thema und setzt moderne Forschungsmethoden ein. Dank der internationalen Vernetzung der Hochschule ist es sogar möglich, deine Thesis in Kooperation mit einem global tätigen Unternehmen oder einer ausländischen Forschungseinrichtung zu schreiben.

Deine Zukunftsperspektiven

Simulation und Testverfahren sind Schlüsseltechnologien in Hightech-Branchen. Mit deinem Know-how wirst du in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen z. B. der Automobilindustrie oder im Bereich erneuerbare Energien und Energiespeicher gebraucht. Auch eine wissenschaftliche Karriere in einem Forschungsinstitut steht dir offen.

Und wenn du noch weiter willst: Promotion

Mit einem guten Masterabschluss kannst du den Weg in die wissenschaftliche Forschung einschlagen. Die Hochschule Coburg bietet dir sogar die Möglichkeit zur Promotion – entweder direkt bei uns oder in Kooperation mit einer Partnerhochschule.



2. MODULSTRUKTUR UND STUDIENVERLAUF

Beginn im Sommersemester

1	Modellbildung und Simulation 1 6 ECTS 4 SWS	Innovations- management 6 ECTS 4 SWS	Statistische Datenanalyse 6 ECTS 4 SWS	Versuchs- und Prüftechnik 6 ECTS 4 SWS	Wahlpflicht- Modulgruppe 12 ECTS 8 SWS
2	Modellbildung und Simulation 2 6 ECTS 4 SWS	Simulations- verfahren der KI 6 ECTS 4 SWS	Design of Experiments ¹⁾ 6 ECTS 4 SWS	Computer Based Measurement and Control ¹⁾ 6 ECTS 4 SWS	
3	Computational Physics 6 ECTS 4 SWS	Masterarbeit 24 ECTS			

1) Das Modul kann in englischer Sprache gelehrt und geprüft werden.

Beginn im Wintersemester

Der Studiengang wurde ursprünglich für einen Beginn im Sommersemester konzipiert. Seit vielen Jahren ist es allerdings möglich, das Studium auch im Wintersemester zu beginnen und das tun auch etwa die Hälfte der Studierenden. Die Module sind so gestaltet und aufeinander abgestimmt, dass auch in diesem Fall ein reibungsloser Verlauf sichergestellt ist.

1	Modellbildung und Simulation 2 6 ECTS 4 SWS	Simulations- verfahren der KI 6 ECTS 4 SWS	Design of Experiments ¹⁾ 6 ECTS 4 SWS	Computer Based Measurement and Control ¹⁾ 6 ECTS 4 SWS	Wahlpflicht- Modulgruppe 6 ECTS 4 SWS
2	Modellbildung und Simulation 1 6 ECTS 4 SWS	Computational Physics 6 ECTS 4 SWS	Statistische Datenanalyse 6 ECTS 4 SWS	Versuchs- und Prüftechnik 6 ECTS 4 SWS	Innovations- management 6 ECTS 4 SWS
3	Masterarbeit 24 ECTS				Wahlpflicht- Modulgruppe 6 ECTS 4 SWS

1) Das Modul kann in englischer Sprache gelehrt und geprüft werden.

Wahlpflichtmodule*

#	Modul	SWS	ECTS	Semester	Sprache
1	FEM in der Festkörpermechanik	2	3	WS	D
2	Simulation und Charakterisierung von Brennstoffzellen	4/2	3	SS	D
3	Applied Deep Learning	4	3	SS	D
4	Kleines F&E-Projekt**	2	3	SS/WS	D
5	Großes F&E-Projekt**	4	6	SS/WS	D
6	Advanced CFD ¹	4	6	WS	D
7	Physikalische Modellierung mechatronischer Systeme ¹	4	6	WS	D
8	Moderne Methoden der Regelungstechnik ¹	2	3	SS	D
9	Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation ²	4	6	SS/WS	D
10	Data Mining ²	4	6	SS	D
11	Advanced Data Mining ²	4	6	WS	D
12	Optical Methods and Technologies ³	2	3	WS	E
13	Chemical Sensors ³	2	3	WS	E
14	Methods of Instrumental Analysis ³	2	3	WS	E

* Nicht jedes Wahlpflichtmodul wird auch in jedem Semester angeboten. Die Studierenden werden zu Semesterbeginn über das aktuelle Angebot informiert.

** Es kann nur eines der beiden Module belegt werden.

Module, die nicht primär für den Masterstudiengang „Simulation + Test“ angeboten werden, sind im Modulhandbuch des jeweiligen Studiengangs oder Anbieters beschrieben. Die aktuelle Version kann auf der Website des entsprechenden Studiengangs eingesehen werden:

¹ <https://www.hs-coburg.de/studieren/master/technik-informatik/entwicklung-und-management-im-maschinen-und-automobilbau/>

² <https://www.hs-coburg.de/studieren/master/technik-informatik/elektro-und-informationstechnik/>

³ <https://www.hs-coburg.de/studieren/master/technik-informatik/analytical-instruments-measurement-and-sensor-technology/>

3. GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH DEM MUTTERSCHUTZGESETZ

Jede Modulbeschreibung enthält eine Gefährdungsbeurteilung nach dem Mutterschutzgesetz (§ 10ff MuschG). Sie besagt, ob eventuelle Gefahren für das ungeborene Leben oder das gestillte Kind im Kontext der jeweils durchgeführten Lehrveranstaltungen bestehen. Die Bewertung der Gefahrenpotentiale erfolgt durch die Modulverantwortlichen über ein „Ampelkonzept“:

Grün	„Teilnahme ist unbedenklich“: Die Studierende kann an dem Modul uneingeschränkt teilnehmen
Gelb	„Einzelfallprüfung notwendig“: Für eine Teilnahme ist eine vorherige Absprache mit der verantwortlichen Lehrperson der Lehrveranstaltungen notwendig.
Rot	„Teilnahme ist unzulässig“: Die Studierende kann während der Schwangerschaft und Stillzeit nicht an dem Modul teilnehmen.

Abbildung 1: Ampelkonzept der Gefährdungsbeurteilung nach dem Mutterschutzgesetz

Schwangeren oder stillenden Studierenden steht – bei Bedarf bzw. eventuellen Rückfragen zur Gefährdungsbeurteilung – ein entsprechendes Beratungsangebot zum Mutterschutz durch das Familienbüro der Hochschule offen.

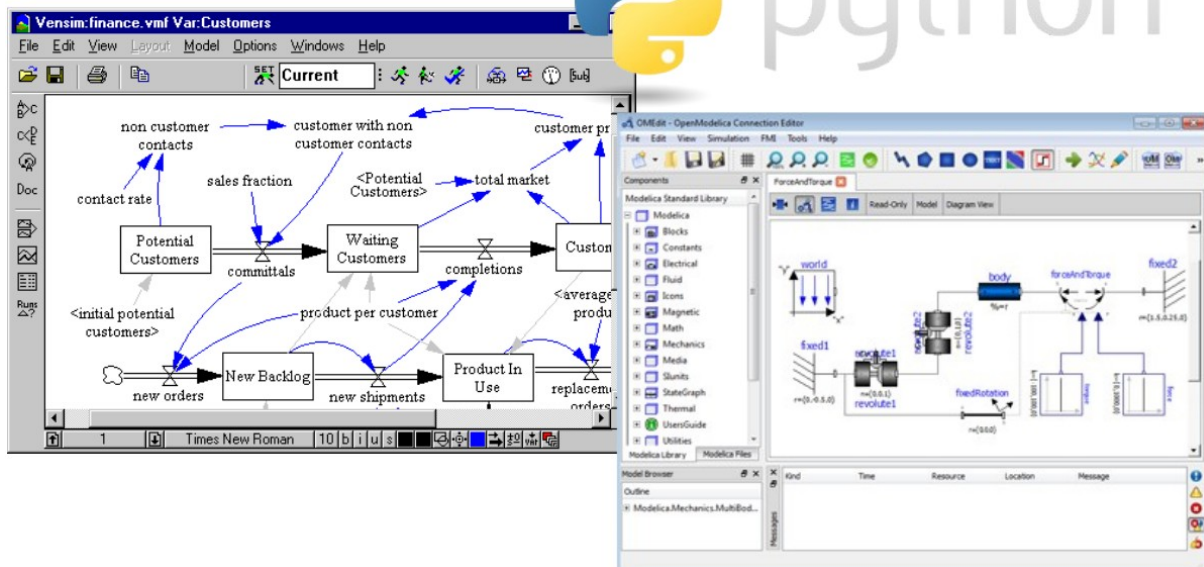
GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG DER MODULE			
Modulnummer	Modultitel	Gefährdung	Bemerkung
1	Modellbildung und Simulation 1	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
2	Modellbildung und Simulation 2	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
3	Simulationsverfahren der KI	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
4	Computational Physics	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
5	Design of Experiments	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
6	Computer Based Measurement and Control	Gelb	Einzelfallprüfung notwendig
7	Statistische Datenanalyse	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
8	Versuchs- und Prüftechnik	Gelb	Einzelfallprüfung notwendig
9	Innovations-Management	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
10.1	FEM in der Festkörpermechanik	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
10.2	Simulation und Charakterisierung von Brennstoffzellen	Gelb	Einzelfallprüfung notwendig

10.3	Applied Deep Learning	Grün	Teilnahme ist unbedenklich
10.4	Kleines F&E-Projekt	Gelb	Einzelfallprüfung notwendig
10.5	Großes F&E-Projekt	Gelb	Einzelfallprüfung notwendig
11	Masterarbeit	Gelb	Einzelfallprüfung notwendig

4. MODULBESCHREIBUNGEN

Die nachfolgenden Modulbeschreibungen gelten jeweils für die in der Fußzeile angegebene Studien- und Prüfungsordnung. Sie werden rechtzeitig vor dem jeweiligen Lehrveranstaltungsbeginn durch die Modulverantwortlichen aktualisiert, sofern sich Änderungen in den Inhalten, dem didaktischen Konzept oder der geplanten Prüfungsform ergeben.

01 Modellbildung und Simulation 1



Im ersten Teilmodul von "Modellbildung und Simulation" geht es um die Probleme, die sich mit gewöhnlichen Differentialgleichungen beschreiben und numerisch lösen lassen. Sie gliedert sich in drei Teile: im ersten lernst Du mit der Methode der "System Dynamics" zunächst einfache, dann zunehmend komplexere Modelle zu erstellen und mit einem einfachen Tool numerisch zu simulieren. Der zweite Teil beschäftigt sich dann mit den numerischen Algorithmen, die hinter den Simulationstools stecken und im letzten Teil lernst Du eine Simulationssprache und das zugehörige Open-Source-Tool "OpenModelica" kennen und wendest Deine erworbenen Kenntnisse aus den ersten beiden Teilen an.

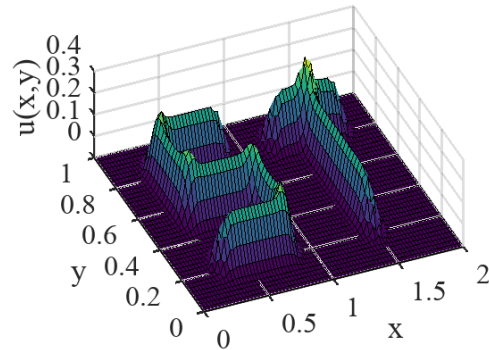
Studiengang	Simulation und Test (M.Eng.)
Untertitel / engl. Titel	
Kürzel	MuS1
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Wolfram Haupt
Dozierende	Prof. Dr. Wolfram Haupt
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	1. Semester
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	Div. technische Master-Studiengänge
Lehrform / SWS	4 SWS - 2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung
Studien- / Prüfungsleistungen	Computergestützte Prüfung am Ende des Semesters (90 Minuten)

Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h, 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	keine
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul • kennst Du die Grundzüge der Modellbildung auch komplexerer Systeme. • bist Du über die wichtigsten numerischen Algorithmen orientiert und kennst ihre Or- und Nachteile. • hast Du mehrere Tools zur numerischen Simulation kennengelernt. • bist du in der Lage, selbständig physikalisch/mathematische Fragestellungen damit zu lösen. • kennst und verstehst Du einschlägige Begriffe und Konzepte der Numerischen Simulation.	
Inhalt des Moduls	
• Grundlagen der Systemdynamik / Kräfte und Bewegungen / Modelle mit Interaktionen • Einführung in Python / Modellierung mit Python • numerische Grundlagen - Anfangswertprobleme / numerische Ableitungen und nichtlineare Gleichungen / Interpolation • Einführung in Modelica / Modelica Vertiefung / Modelica Anwendung	
Lehr- und Lernmethoden	
Lehrvortrag unter Verwendung üblicher Präsentationstechniken, vorlesungsbegleitendes Buch, Skript und Präsentationsfolien sowie Praktikums- und Projektaufgaben (teilweise mit Lösungen) im Intranet.	
Literatur und Software	
• A.B.Shiflet & G.W.Shiflet: Introduction to Computational Science. Princeton University Press 2014 • C.-D.Munz & T.Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen. Springer 2019 • H.-J.Bungartz et.al.: Modellbildung und Simulation.Springer 2013 • H.Bossel: Systeme, Dynamik, Simulation. BOD 2004	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Grün: Die Lehrveranstaltung ist unbedenklich.	

02 Modellbildung und Simulation 2

Viele physikalische und technische Systeme und Vorgänge, wie z. B. die mechanische Verformung eines Bauteils, die Temperaturverteilung in einem Körper oder die Strömung einer Flüssigkeit, lassen sich durch partielle Differentialgleichungen beschreiben. Da eine analytische Lösung dieser pDGLs in den meisten Fällen nicht möglich ist, muss diese in der Regel numerisch erfolgen.

In diesem Modul lernst du verschiedene numerische Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichung kennen und implementierst diese für einfache Beispiele selbst in Matlab. Um kompliziertere Fragestellungen zu bearbeiten, wendest du in den Übungen auch fertige Simulationstools an. Außerdem erfährst du, unter welchen Bedingungen eine Simulation stabil ist und lernst, die Qualität und Aussagekraft von Simulationsergebnissen zu beurteilen.



Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	Modellierung kontinuierlicher Systeme mit partiellen DGLs
Kürzel	MuS2
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Conrad Wolf
Dozierende	Prof. Dr. Conrad Wolf
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	2. Semester
Angebotsturnus	Wintersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	2 SWS Seminaristischer Unterricht 2 SWS Übung am PC
Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche/Computer-gestützte Prüfung (90 Minuten)
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	Höhere Mathematik (Grundkenntnisse partielle DGLs) Grundkenntnisse Programmierung

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul

- kannst du kontinuierliche physikalische/technische Systeme durch partielle DGLs beschreiben und klassifizieren
- kannst du entsprechend des Typs der pDGL gängige numerische Lösungsverfahren für diese benennen, erklären und selbst z. B. in Matlab zu implementieren
- bist du fähig, bestehende Simulationstools (z. B. COMSOL und OpenFOAM) auf physikalische/technische Problemstellungen anzuwenden und diese damit effizient zu lösen
- bist du in der Lage, die Qualität eines Modells einzuschätzen und die Sinnhaftigkeit und Aussagekraft von Simulationsergebnissen zu beurteilen

Inhalt des Moduls

- Einführung pDGLs
 - Klassifizierung
 - Anfangs- und Randbedingungen
 - Beispielprobleme
- Differenzenverfahren I
 - Differenzenquotient
 - Elliptische pDGLs (Jacobi-, Gauß-Seidel-, SOR-Verfahren)
- Bewertung von Lösungsverfahren
 - Konsistenz
 - Stabilität, von Neumannsche Stabilitätsanalyse
 - Konvergenz
- Differenzenverfahren II
 - Parabolische pDGLs (Explizites, voll-implizites, Crank-Nicolson-Verfahren)
 - Hyperbolische pDGLs (Upwind-Verfahren)
- Rechengitter (Strukturierte, randangepasste und unstrukturierte Gitter)
- FEM
 - Grundidee
 - Dreieckselemente (lineare Basis- und Elementfunktion, quadratische Elementfunktion)
 - Bilineares Rechteckselement
- Finite-Volumen-Verfahren

Lehr- und Lernmethoden

Interaktive Präsentation, numerische Beispiele und Animationen, Übungsaufgaben am PC

Literatur und Software

Literatur:

- C.-D. Munz, T. Westermann: „Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen“, Springer (2012), ISBN: 3642243347.
- T. Westermann: „Modellbildung und Simulation: Mit Einer Einführung in ANSYS“, Springer (2010), ISBN: 3642054609.

Software:

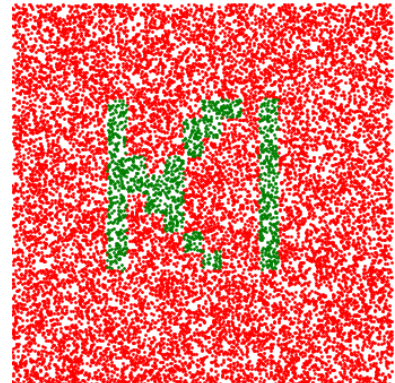
- Matlab (kommerziell) oder Octave (Open Source)
- COMSOL (kommerziell)
- OpenFOAM (Open Source)

GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT

Grün: Teilnahme ist unbedenklich.

03 Simulationsverfahren der KI

Dieses Modul führt dich in die Welt von naturinspirierten Algorithmen, statistischen Verfahren und künstlichen neuronalen Netzwerken ein. Du wirst diese modernen Werkzeuge der Datenwissenschaften zur Modellierung, Implementierung und Simulation komplexer Systeme in den Natur- und Ingenieurwissenschaften anwenden und dabei gängige Software einsetzen. Mit dem erworbenen Wissen bist du am Ende des Kurses bestens gerüstet, um vielschichtige Problemstellungen mit modernsten datenwissenschaftlichen Methoden zu lösen.



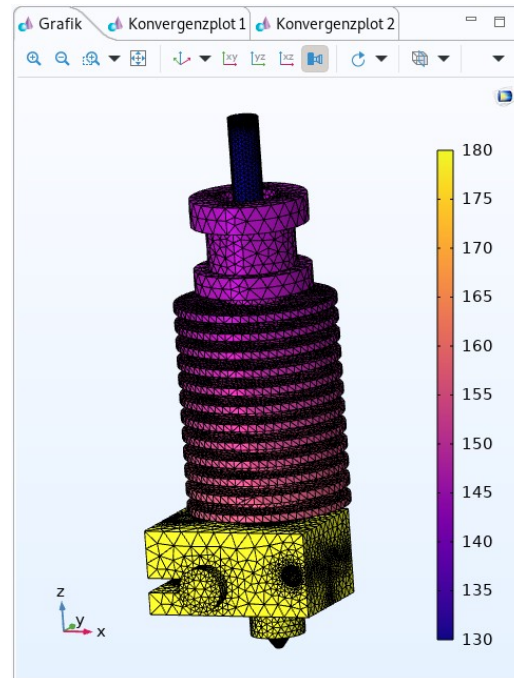
Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	Modern Methods of Data Science
Kürzel	SKI
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Roman Rischke
Dozierende	Prof. Dr. Roman Rischke
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	1./2. Semester
Angebotsturnus	Wintersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	4 SWS Seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungen am PC und Projekten
Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung, Projektbericht und -präsentation
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	Grundlagen der • Linearen Algebra, • Vektoranalysis, • Stochastik, Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie und • Programmierung in Python Die Kursvoraussetzungen können anhand entsprechender Kapitel in der Kursliteratur aufgefrischt werden.

Qualifikationsziele
Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul • kannst du komplexe Systeme mittels aktueller Methoden der Datenwissenschaften modellieren und simulieren. • kannst du mit aktuellen Software-Frameworks moderne datenwissenschaftliche Methoden auf konkrete Problemstellungen anwenden. • bist du in der Lage, dich eigenständig in aktuelle Methoden der Datenwissenschaften einzuarbeiten und diese anzuwenden. • kannst du die Ergebnisse deiner Experimente aus den Teamprojekten interpretieren, diskutieren und angemessen präsentieren.
Inhalt des Moduls
Aktuelle Methoden der Datenwissenschaften und deren Anwendung • Methoden des Natural Computing • Statistische Methoden, wie z.B. Monte-Carlo-Verfahren und Metropolis-Algorithmus • Grundlagen des maschinellen Lernens • Künstliche neuronale Netzwerke
Lehr- und Lernmethoden
Lehrvortrag, E-learning-Einheiten, Übungseinheiten, Projekt - und Gruppenarbeiten, Gastvorträge, Diskussion aktueller Fachartikel
Literatur und Software
Literatur: • Goodfellow, Bengio & Courville: Deep Learning. MIT Press. www.deeplearningbook.org • Chollet: Deep Learning with Python. Manning Publ. Co., 2. Auflage, 2021. • Deisenroth, Faisal & Ong: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press. https://mml-book.github.io/ • Brabazon, O'Neill & McGarraghy: Natural Computing Algorithms. Springer, 2015. • Müller-Gronbach, Novak & Ritter: Monte Carlo-Algorithmen. Springer, 2012. Software: • Python (z.B. scikit-learn, PyTorch, Jax, Numpy)
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT
Grün: Teilnahme ist unbedenklich.

04 Computational Physics

Bei den meisten technischen Fragestellungen spielt nicht nur ein einziger physikalischer Effekt eine Rolle, sondern verschiedene Effekte beeinflussen sich gegenseitig. Beispiele hierfür sind die Erwärmung eines Leiters aufgrund elektrischer Ströme, temperaturabhängige Materialeigenschaften oder der wechselseitige Einfluss eines Festkörpers und des ihn umströmenden Fluids. Bei einem derartigen multiphysikalischen Problem muss nicht eine einzelne Gleichung, sondern ein System aus gekoppelten partiellen Differentialgleichungen (pDGLs) gelöst.

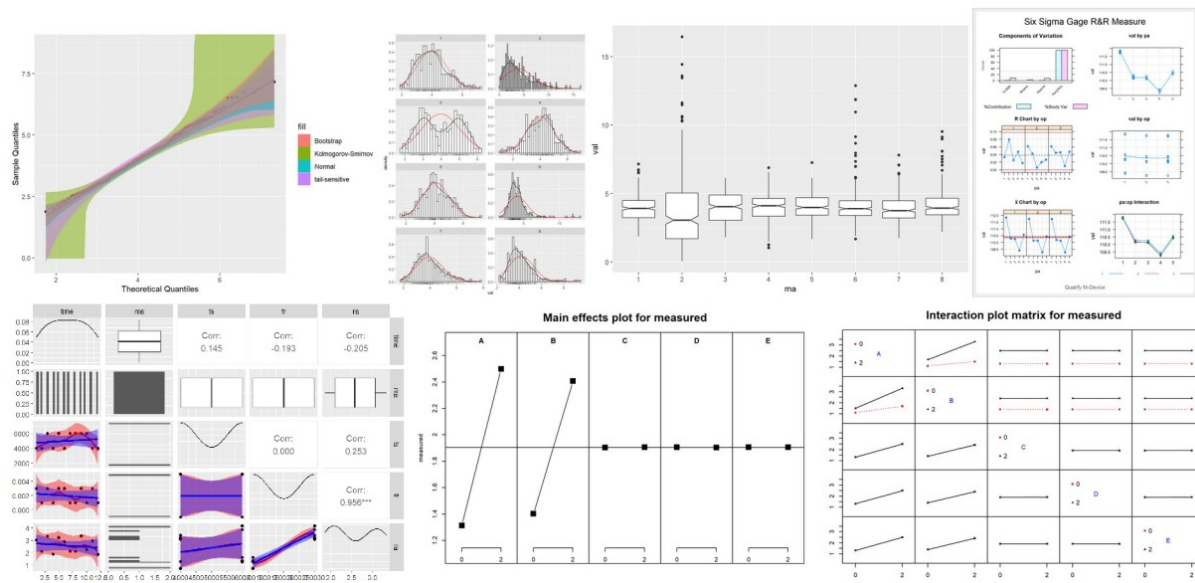
In diesem Modul lernst du zuerst, wie du die numerischen Verfahren aus „Modellbildung und Simulation 2“ auf verschiedene Bereiche der Physik und Technik anwendest. Danach koppelst du Simulationen aus den verschiedenen Bereichen, um multiphysikalische Fragestellungen zu beantworten. Zum Abschluss kannst du dein Können in realitätsnahen Simulationsprojekten unter Beweis stellen.



Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	Multiphysikalische Simulation technischer Systeme
Kürzel	CP
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Conrad Wolf
Dozierende	Prof. Dr. Conrad Wolf (Teil 1) Manuel Fritsche (Teil 2)
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	3. Semester
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	4 SWS Seminaristischem Unterricht (per Videokonferenz) mit Übungen am PC und Projekten
Studien- / Prüfungsleistungen	2 Projekte, Vortrag jeweils 15 min

Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	Modellbildung und Simulation 2: Numerische Lösung von pDGLs mit Finiten Differenzen, FEM und FV-Verfahren, Grundkenntnisse in COMSOL
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilname an diesem Modul • kannst du numerische Verfahren und Simulationstools auf physikalischer Phänomene aus verschiedenen Bereichen anwenden. • kannst du die Simulation von Effekten aus verschiedenen Bereichen miteinander koppeln. • bist du in der Lage, multiphysikalische Fragestellungen eigenständig zu modellieren und zu simulieren. • kannst du die Ergebnisse einer Simulation interpretieren, diskutieren und angemessen präsentieren.	
Inhalt des Moduls	
Teil 1: • Anwendung der FEM in den Bereichen Strukturmechanik, Elektromagnetismus, Wärmeübertragung • Kopplung verschiedener Phänomene (monolithische und sequentielle Kopplung) • Simulation von Beispielp Problemen in COMSOL • Projekt 1 Teil 2: • Modellierung physikalischer Gesetze in den Bereichen Strukturmechanik und Fluidodynamik • Kopplung (Fluid-Struktur-Interaktion) • Simulation von Beispielp Problemen • Projekt 2	
Lehr- und Lernmethoden	
Interaktive Präsentation, numerische Beispiele und Animationen, Übungsaufgaben am PC, Projekt	
Literatur und Software	
Literatur: • E. M. Dede, J. Lee, T. Nomura: „Multiphysics Simulation – Electromechanical System Applications and Optimization“, Springer (2014), ISBN: 978-1-4471-5639-0. • M. Kaltenbacher: „Numerical Simulation of Mechatronic Sensors and Actuators – Finite Elements for Computational Multiphysics“, Springer (2015), ISBN: 978-3-642-40169-5. Software: • COMSOL (kommerziell) • ANSYS (kommerziell)	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Grün: Teilnahme ist unbedenklich.	

05 Design of Experiments

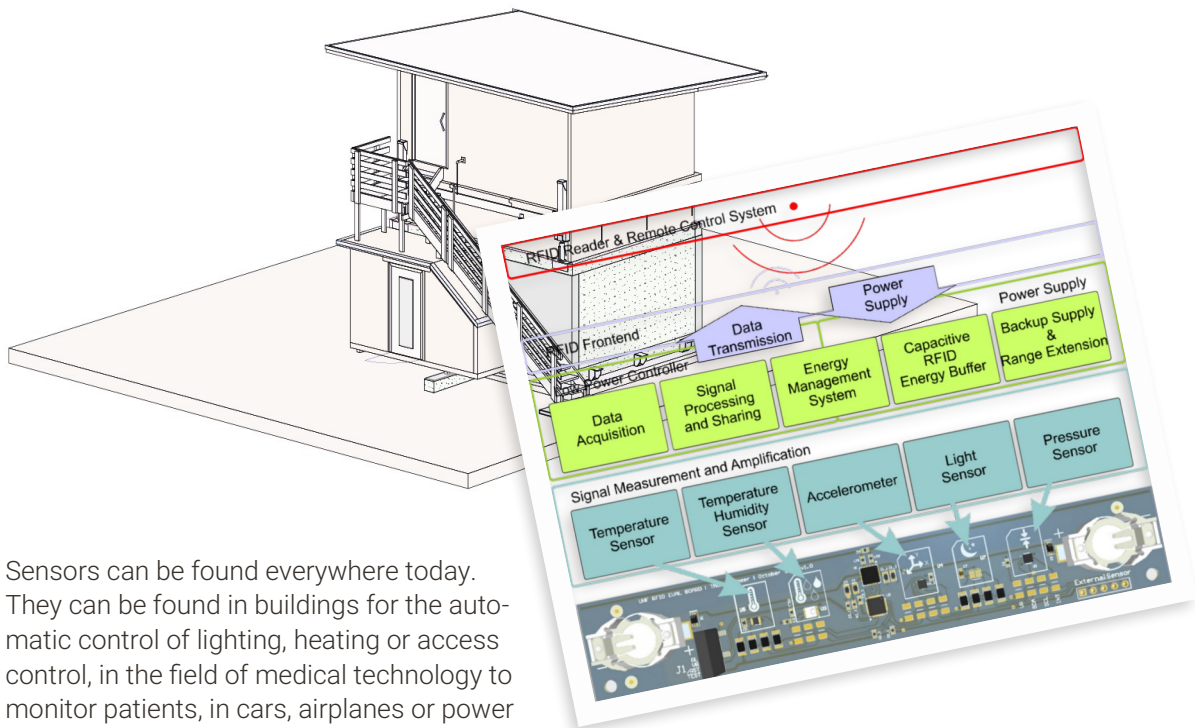


Design of Experiments ist weit mehr als nur als das Design eines Versuchsplans. Dieses Modul will vermitteln, wie die Versuchsauswertung und die Versuchsplanung einander bedingen. Es werden auch Grundkonzepte des wissenschaftlichen Arbeitens, welches ja auf eine Objektivierung der Beschreibung von Sachverhalten zielt, wiederholt und es wird aufgezeigt, wie dieser Grundgedanke im Design of Experiments mittels der Methoden der Statistik umgesetzt werden kann. Da heute Daten fast ausschließlich über Computer erfasst werden, wird auch die Anwendung der Statistik und die Umsetzung des DoE mit Hilfe der Programmiersprache R vermittelt. Zum realitätsnahen Anwenden der Methoden, werden Black-Box Programme eingesetzt, deren Verhalten durch selbst erstellten Versuchsplänen und der Auswertung der erzeugten Messdaten erarbeitet werden muss. Damit kann jeder Lernende die Mächtigkeit der vermittelten Techniken zur Versuchsplanung und der Datenanalyse für sich austesten und ohne die meiste Zeit bei der Messdatenerfassung zu verbringen. Du wirst auch lernen, wie solche Analysen durch den Einsatz von Markdown in klartextlesbaren HTML-Dokumenten ohne viel Aufwand darstellbar ist.

Studiengang	Simulation und Test
Untertitel / engl. Titel	Statistische Versuchsplanung
Kürzel	DoE
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Klaus Stefan Drese
Dozierende	Prof. Dr. Klaus Stefan Drese
Sprache	Englisch / Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	2.
Angebotsturnus	Jährlich
Dauer	Ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	AIMS
Lehrform / SWS	4,0 SWS Seminaristischer Unterricht / Übungen

Studien- / Prüfungsleistungen	2 Computer gestützte Klausuren je 60 min. (WS) bzw. 1 Computer gestützte Klausur mit 120 min. (SS)
Arbeitsaufwand	60 Std. Präsenzstudium und 120 Std. Eigenstudium 180 Std. Arbeitsaufwand
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	Lineare Algebra, Differential- und Integralrechnung sowie elementare Grundlagen der Statistik; Grundlagen der Programmierung
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilname an diesem Modul • hast du die Grundlagen der beschreiben Statistik wiederholt. • kannst du die Konzepte und Methoden der statistischen Versuchsplanung (DoE) anwenden • hast du dein analytisches Denken geschult und Problemlösungskompetenzen erworben. • bist du in der Lage Daten strukturiert mit Hilfe statistischer Software (R) zu analysieren und die Ergebnisse (Markdown) passend dar zu stellen. • kannst du Kommunikations- und Präsentationstechniken beim Vorstellen von Lösungswegen anwenden. • weißt du wie man konstruktives Feedback gibt und kannst dies auch empfangen. • wurde deine Resilienz und Flexibilität durch Lösung herausfordernder unerwarteter Problemstellungen gefördert.	
Inhalt des Moduls	
• statistische Grundlagen • Grundlagen von statistischen Tests (ANCOVA, ...) • Grundlagen der Regressionsanalyse • Grundlagen Empirischer Modelle • Begriffe und Strategien in der Versuchsplanung (Systemanalyse, Versuchsstrategien, Versuchsdurchführung, Versuchsauswertung, Versuchsinterpretation) • Versuchsplantypen (konventionelle Methoden; vollfaktorielle, teilfaktorielle, ...) • Durchführen von DoE für das Screening von Problemen • Durchführen von DoE zur Situationsbeschreibung mit empirischen Modellen • Durchführen von DoE zur Identifikation von optimalen Lösungen	
Lehr- und Lernmethoden	
Lehrvortrag, Übungseinheiten am Computer, Gruppenarbeiten, Tafel, Powerpoint, Zoom, Moodle	
Literatur und Software	
• Vorlesungsskript • Montgomery, Douglas C. Design and analysis of experiments. John Wiley & sons, 2017. • Toutenburg, Helge. Statistical analysis of designed experiments. Springer Science & Business Media, 2009. • MASON, Robert L.; GUNST, Richard F.; HESS, James L. Statistical design and analysis of experiments: with applications to engineering and science. John Wiley & Sons, 2003. • Oehlert, Gary W. A first course in design and analysis of experiments. 2010. • Software: R, Markdown	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Grün: Teilnahme ist unbedenklich.	

06 Computer Based Measurement and Control



Sensors can be found everywhere today. They can be found in buildings for the automatic control of lighting, heating or access control, in the field of medical technology to monitor patients, in cars, airplanes or power plants, just to name a few applications.

But how do you choose the best sensor for the desired application? ...and then get the data into a processable format on your own computer? In this course, we not only discuss these issues, we also solve a corresponding design task and implement it in hardware.

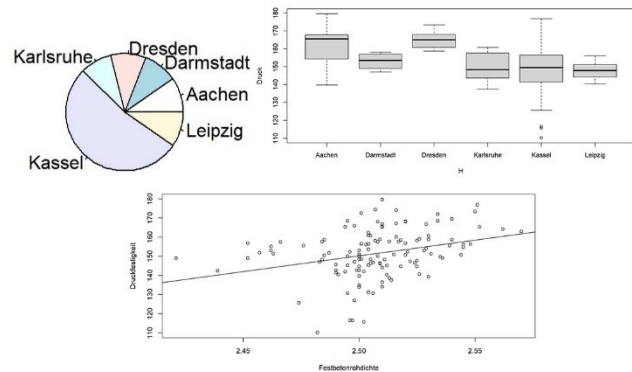
Studiengang	Engineering Physics
Untertitel / engl. Titel	Computer Based Measurement and Control
Kürzel	CBMC
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Jasmin Walk
Dozierende	Prof. Dr. Jasmin Walk
Sprache	English
Modultyp	mandatory
Fachsemester	5. Semester
Angebotsturnus	winter term
Dauer	1 Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	AIMS, ST
Lehrform / SWS	Lecture, exercises, laboratory experiments / 4 hours per week
Studien- / Prüfungsleistungen	Written exam

Arbeitsaufwand	Tuition time: 60 hours Self-study: 90 hours
Kreditpunkte	5 ECTS
Voraussetzungen	Applied electrical engineering and electronics, computer science
Qualifikationsziele	
Once you have successfully completed this module, • you will have a basic understanding of measurement concepts, hardware (e.g. amplifier circuits, ADC types, interfaces) and measurement techniques (e.g. sampling, windowing) • you have the ability to solve measurement problems independently and create your own designs including hardware selection, programming, data forwarding, etc. • after that you also experienced hands on how to bring data recorded by a sensor into a computer for further processing	
Inhalt des Moduls	
Measurement basics, measurement chain, sensor treatment, analog data handling, signal processing, data sampling, Interfaces & protocols, Data processing and hardware for handling measurement data	
Lehr- und Lernmethoden	
Project-based learning, interactive presentation, tutorial and hands-on units, individual and group work.	
Literatur und Software	
References will be given in the lecture.	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Gelb: Einzelfallprüfung notwendig. Im Praktikum können einzelne Versuchsteile, bei denen Chemikalien verwendet werden, gegebenenfalls nicht mitgemacht werden.	

07 Statistische Datenanalyse

Seit mehr als 100 Jahren ist die Statistische Analyse von Daten in allen Lebensbereichen zur Gewinnung von Erkenntnissen unentbehrlich geworden. Das reicht von der Umfrageforschung über klinische Studien bis hin zur Auswertung experimenteller Untersuchungen in den Natur- und Technikwissenschaften. Um aus den erhobenen Daten die richtigen Schlüsse zu ziehen, werden mathematische Methoden genutzt.

In diesem Modul lernst du, wie man Daten kompakt und durch geeignete Kennzahlen darstellt. Mit den Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie lernst du die Möglichkeiten der mathematischen Beschreibung des Zufalls kennen, der bei jeder Datenerhebung eine wichtige Rolle spielt. Du wirst lernen, welche Fragestellungen sich aus unterschiedlichen Daten mithilfe statistischer Methoden sinnvoll beantworten lassen.



Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	
Kürzel	StDa
Modulverantwortliche(r)	Dr. Holger Meinhard
Dozierende	Dr. Holger Meinhard
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	1. Semester
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	4 SWS Seminaristischem Unterricht mit eingebetteten Übungen am PC
Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung / Computerprüfung
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	Lineare Algebra, Differential- und Integralrechnung sowie elementare Grundlagen der Stochastik

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul

- kannst du Denkweisen, Begriffe und Techniken der statistischen Testverfahren sowie deren Anwendungsvoraussetzungen und Analysepotenzial beherrschen
- bist du in der Lage, statistische Tests und deren Auswertungen mittels Software-Tools durchzuführen
- bist du in der Lage, Ergebnisse von statistischen Auswertungen zu bewerten sowie zu überprüfen

Inhalt des Moduls

Deskriptive Grundlagen:

- Datentypen und deren Behandlung
- Statistische Maßzahlen
- Häufigkeitsverteilungen
- Korrelationen

Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie

- Zufallsvariablen
- Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten
- Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Bayes-Theorem
- Spezielle Wahrscheinlichkeitsverteilungen und deren Eigenschaften

Inferenzstatistische Grundlagen:

- Punkt- und Intervallschätzungen
- Testtheoretische Grundlagen (Hypothesentests, Signifikanzniveau u.a.)
- Parametrische und nichtparametrische Tests
- Verteilungsanpassungstests

Lehr- und Lernmethoden

Präsentation, interaktive Beispiele, Übungsaufgaben am PC

Literatur und Software

Literatur:

- C. Müller, L. Denecke: „Stochastik in den Ingenieurwissenschaften“, Springer Vieweg (2013), ISBN: 978-3-642-38959-7.
- A. Handl, T. Kuhlenkasper: „Einführung in die Statistik“, Springer Spektrum (2018), ISBN: 978-3-662-56439-4.

Software:

- R (frei)
- R-Studio (frei)

GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT

Grün: Teilnahme ist unbedenklich.

08 Versuchs- und Prüftechnik

Bist du fasziniert von der Welt der Technik und willst dein Wissen in die Praxis umsetzen? Dann ist das Modul **Versuchs- und Prüftechnik** genau das Richtige für dich!

In diesem Modul lernst du, wie du Experimente planst, durchführst und auswertest. Du erhältst Einblick in verschiedene Methoden und -techniken und lernst, wie du Fehler analysierst und behebst.

In Kleingruppen wählst du ein Thema aus der Welt der Technik und bearbeitest es eigenständig. So wendest du dein Wissen praxisnah an und lernst, Probleme selbstständig zu lösen.

In unserem Labor steht Dir moderne Ausstattung Zur Verfügung, um deine Experimente durchzuführen und zu entwickeln und unsere Dozenten unterstützen dich bei deiner Projektarbeit.

Mit dem Modul Versuchs- und Prüfstandtechnik erwirbst du wichtige Kompetenzen, die dich in deinem späteren Berufsleben fit machen:

- **Projektmanagement:** Du lernst, wie du Projekte effizient planst, durchführst und kontrollierst.
- **Experimentieren:** Du erhältst Einblick in die verschiedenen Methoden und Techniken der Versuchsdurchführung.
- **Problemlösungskompetenz:** Du lernst, wie du technische Probleme analysierst und löst.
- **Teamfähigkeit:** Du lernst, wie du effektiv in einem Team zusammenarbeitest.

Studiengang	Master Simulation & Test
Untertitel / engl. Titel	Versuchs- und Prüfstandtechnik
Kürzel	VPt
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Thorsten Uphues
Dozierende	Prof. Dr. Thorsten Uphues
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtfach
Fachsemester	1. Semester (Master)
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	--
Lehrform / SWS	4 SWS mit integriertem Praktikum
Studien- / Prüfungsleistungen	Portfolio
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h, 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium

Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	
Qualifikationsziele	
Studierende entwickeln auf Basis geltender Prüfvorschriften exemplarisch Versuchs- und Prüfstände in Kleingruppen von der Konzeption, über die sensorische Auslegung und Kalibrationsmethoden bis hin zur Nutzung.	
Inhalt des Moduls	
Methodische Grundlagen: Produktentstehungsprozess, Projektmanagement, Risikobewertung, Anforderungsmanagement, Realisierungs-/Beschaffungsprozess, Gesetze und Normen, Kalibrations- und Testverfahren Physikalische Grundlagen: Sensorik und Messmethodik Versuchsdesign Closed-Loop Control Automatisierte Testverfahren Dokumentationspflichten, Berichtswesen im Projektmanagement	
Lehr- und Lernmethoden	
Tafel, Beamer (Visualizer), PC, Laborgeräte	
Literatur und Software	
Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekanntgegeben	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Gelb: Einzelfallprüfung notwendig.	

09 Innovations-Management

Neben der fachlichen Qualifikation ist es essenziell zu lernen, wie man Innovationen erzeugt und nicht auf dem Level von Erfindungen verbleibt. Dazu sind Kenntnisse in den Bereichen Projektmanagement, Changemanagement und Führung wesentlich.



<https://learn.g2.com/innovation-management>

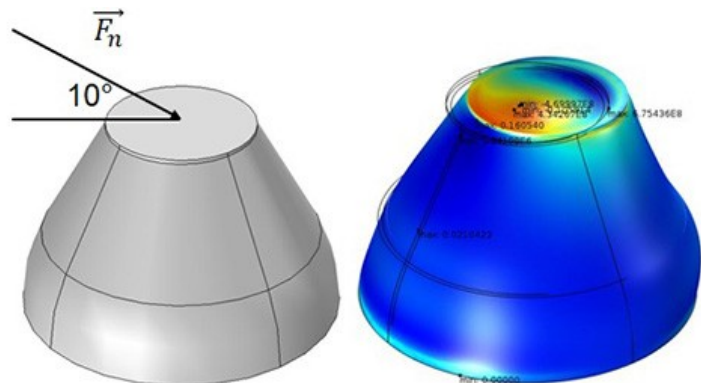
In diesem Modul lernst du zuerst, was Innovationen ausmacht. Du erlernst Methoden des klassischen und agilen Projektmanagement, sowie Grundlagen im Controlling und Portfoliomanagement. In einem Persönlichkeitstest erfährst du mehr über deine Stärken und Schwächen im Businesskontext. In einem interaktiven Workshop erlernst du Methoden zur Entwicklung von Businessideen und entwickelst eine eigene Businessidee. Du lernst das Changemanagement kennen und erhältst Einblicke in das Thema Führung.

Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	Innovationmanagement
Kürzel	Imm
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Janosch Hildebrand
Dozierende	Prof. Dr. Janosch Hildebrand
Sprache	Deutsch
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	1. Semester
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	4 SWS Seminaristischem Unterricht mit Übungen und Vorträgen durch Studierende
Studien- / Prüfungsleistungen	Vortrag zu einem Thema des Innovationsmanagement (20-30 Minuten)
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h 60 h in Präsenz und 120 h Eigenstudium

Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	Keine Einschränkungen
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilname an diesem Modul • Kannst du Projekte sicher managen und kennst die Grundlagen eines professionellen Projektmanagement inkl. agilen Methoden • Kannst du Businessideen mit einem Team entwickeln und bewerten • Kennst du deine Stärken und Schwächen im Businesskontext • Kannst du Mitarbeiter führen und kennst Instrumente zur Führung	
Inhalt des Moduls	
Folgende Schwerpunkte sind Teil des Moduls • Innovationen: Was ist das? • Projektmanagement • Workshop zur Entwicklung einer Businessidee • Changemanagement • Führung	
Lehr- und Lernmethoden	
Interaktive Präsentation, Workshops, Vorträge durch Studierende	
Literatur und Software	
Literatur wird durch Dozenten ausgegeben und eigene Recherche	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Grün: Teilnahme ist unbedenklich.	

10.1 FEM in der Festkörpermechanik

Die Finite-Elemente-Methode (FEM) gehört heute zu den wichtigsten und am häufigsten benutzten numerischen Rechenverfahren im Ingenieurwesen. Finite-Elemente-Rechnerprogramme werden in so gut wie allen Bereichen des Ingenieurwesens zur Berechnung von Strukturen, Festkörpern und Fluiden verwendet. War Mitte der 1980er Jahre die Anwendung der FEM an Großrechner, wochenlanges Modellieren und umständliches Auswerten von langen Druckerlisten gekoppelt, stehen heute schon für normale PC leistungsfähige Softwaresysteme zur Verfügung. Dies führte dazu, dass auch in kleinen Betrieben oder Ingenieurbüros FEM-Programme genutzt werden.



Im ersten Teil dieses Moduls lernst du die Grundlagen für die Beschreibung des Deformationsverhaltens fester Körper kennen, z.B. mithilfe rheologischer Modelle. Außerdem wirst du moderne Materialprüfverfahren kennenlernen, z.B. Nanoindentation. Im zweiten Teil wirst du an zahlreichen Beispielen die Deformation fester Körper durch FEM-Simulationen analysieren und interpretieren.

Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	
Kürzel	FEM
Modulverantwortliche(r)	Dr. Holger Meinhard
Dozierende	Dr. Holger Meinhard
Sprache	Deutsch
Modultyp	Wahlpflichtmodul
Fachsemester	1. oder 2. Semester
Angebotsturnus	Wintersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	2 SWS Seminaristischem Unterricht mit eingebetteten Übungen am PC
Studien- / Prüfungsleistungen	Schriftliche Prüfung / Computerprüfung
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 90 h 30 h in Präsenz und 60 h Eigenstudium
Kreditpunkte	3 ECTS
Voraussetzungen	

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul

- hast du ein Verständnis für die Methode der Finiten Elemente und der breiten Palette möglicher Anwendungen, speziell in der Festkörpermechanik entwickelt
- bist du in der Lage, einfache mechanische Belastungssituationen mit einer kommerziellen FEM-Software zu simulieren und die Ergebnisse kritisch zu bewerten.

Inhalt des Moduls

Theoretische Teil:

- Einführung in die grundlegende Vorgehensweise bei einer FEM-Simulation
- Mechanische Eigenschaften fester Stoffe und deren Beschreibung
- Kontaktmechanische Grundlagen
- Moderne Kontaktexperimente

Praktischer Teil

- Zahlreiche Simulationsbeispiele von 1-, 2- und 3-dimensionaler Belastungssituationen für feste Körper mit einer FEM-Software.
- Analyse der Simulationen und Bewertung der Ergebnisse

Lehr- und Lernmethoden

Präsentation, interaktive Beispiele, Übungsaufgaben am PC

Literatur und Software

Software:

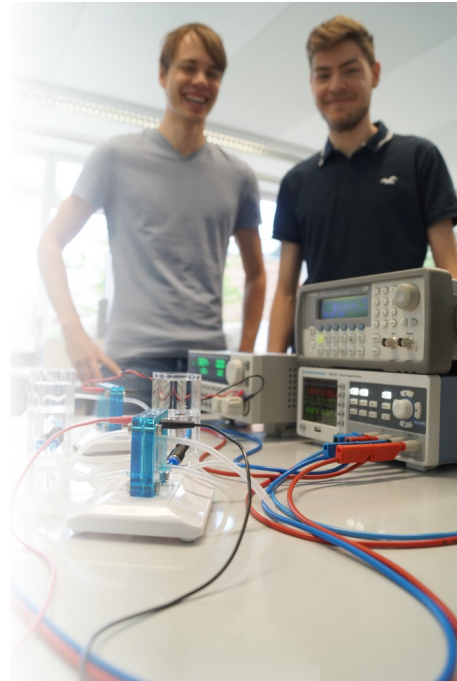
- COMSOL (kommerziell)

GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT

Grün: Teilnahme ist unbedenklich.

10.2 Simulation und Charakterisierung von Brennstoffzellen

Elektrolyseure und Brennstoffzellen spielen eine zentrale Rolle bei der aktuellen Energiewende, da sie es ermöglichen, regenerativ gewonnenen Strom in Wasserstoff umzuwandeln, diesen zu speichern und wieder in Elektrizität zurückzuwandeln. In diesem Modul erfährst du, wie Brennstoffzellen (und Elektrolyseure) aufgebaut sind, wie sie funktionieren und was ihre wesentlichen Eigenschaften sind. Außerdem lernst du, wie du eine Polymerelektrolytmembran (PEM) Brennstoffzelle mit gängigen Simulationstools modellierst und ihr Verhalten simulierst. Im Praktikum wirst du selbst eine Membran-Elektroden-Anordnung (MEA), das Kernstück einer PEM-Brennstoffzelle, herstellen und diese dann im Verlauf des Semesters mit verschiedenen Methoden charakterisieren.



Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	Fuel cell simulation and characterization
Kürzel	SimBZ
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Conrad Wolf
Dozierende	Prof. Dr. Conrad Wolf
Sprache	Deutsch
Modultyp	Wahlpflichtfach
Fachsemester	keine Zuordnung
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	2 SWS Seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungen 2 SWS Praktikum
Studien- / Prüfungsleistungen	SU/Ü: Schriftliche/Computer-gestützte Prüfung SU/Ü + P: Schriftliche/Computer-gestützte Prüfung, Poster
Arbeitsaufwand	SU/Ü: 30 Präsenzstunden und 60 Stunden Eigenarbeit SU/Ü + P: 60 Präsenzstunden und 120 Stunden Eigenarbeit

Kreditpunkte	SU/Ü: 3 ECTS SU/Ü + P: 6 ECTS
Voraussetzungen	
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul • weißt du, wie Brennstoffzellen aufgebaut sind und funktionieren • kannst du PEM-Brennstoffzellen mit einer Simulationssoftware multiphysikalisch Modellieren • kannst du für Brennstoffzellen relevante Größen und Kennlinien berechnen und graphisch darstellen • die MEA einer PEM-Brennstoffzelle selbst herstellen • eine PEM-Brennstoffzelle mit verschiedenen experimentellen Methoden charakterisieren • entsprechende Messergebnisse auswerten und interpretieren	
Inhalt des Moduls	
SU/Ü: • Aufbau und Funktionsweise von Brennstoffzellen • Physikalische Modellierung einer PEM-Brennstoffzelle ◦ Elektrochemie ◦ Thermodynamik ◦ Massentransport ◦ Ladungstransport ◦ Energiebilanz und Wärmeleitung • Berechnung und Darstellung von Zellspannungen, Strömen, Kennlinien, Wirkungsgraden, etc. in Python • Aufbau eines multiphysikalischen Simulationsmodells in COMSOL • Simulation des stationären und zeitabhängigen Verhaltens P: • Herstellung einer Membran-Elektroden-Anordnung (MEA) • Aufbau eines Brennstoffzellenprüfstand • Methoden zur messtechnischen Charakterisierung: ◦ Polarisationskurve ◦ Current Interrupt ◦ Elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) ◦ Cyclovoltammetrie • Ansteuerung des Messequipments mittels Python • Anfitten der experimentellen Ergebnisse mit Ersatzschaltbild-Modellen	
Lehr- und Lernmethoden	
Interaktive Präsentation, Simulationsübungen am PC, Experimente und Messungen im Labor	
Literatur und Software	

Literatur:

- R. O'Hayre et al.: „Fuel Cell Fundamentals“
- Wiley (2016), ISBN: 9781119113805, e-ISBN: 9781119191766.
- F. Barbir: „PEM Fuel Cells: Theory and Practice“, Academic Press (2013), ISBN: 978-0-12-387710-9.
- C. Spiegel: „PEM Fuel Cell Modeling and Simulation Using MATLAB“, Academic Press (2008), ISBN: 978-0-12-374259-9.
- P. Kurzweil: „Angewandte Elektrochemie“, Springer (2020), ISBN: 978-3-658-32420-9, e-ISBN: 978-3-658-32421-6.

Software:

- Python (Open Source)
- COMSOL (kommerziell)

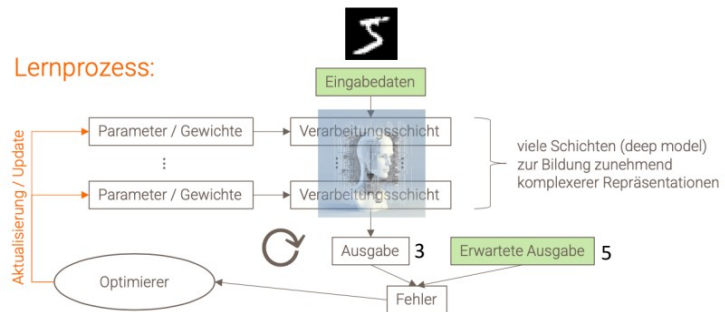
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT

Gelb: Einzelfallprüfung notwendig.

Im Praktikum können einzelne Versuchsteile, bei denen Chemikalien verwendet werden, gegebenenfalls nicht mitgemacht werden.

10.3 Applied Deep Learning

Deep Learning trägt maßgeblich zu den bahnbrechenden Fortschritten im Bereich der Künstlichen Intelligenz bei. Dieses Modul vermittelt dir theoretische und praktische Aspekte dieses revolutionären Bereichs. Du lernst, wie die Wahl der Architektur von neuronalen Netzwerken das Lernverhalten beeinflusst und erlangst praktische Erfahrung im Aufsetzen und Trainieren moderner neuronaler Netzwerke mit aktuellen Software-Frameworks. Du wirst in der Lage sein, diverse maschinelle Lernaufgaben zu lösen. Mit dem erworbenen Wissen wirst du am Ende des Kurses bestens gerüstet sein, um maschinelle Lernaufgaben in der Praxis zu bewältigen und innovative Lösungen zu entwickeln.



Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	Applied Deep Learning
Kürzel	ADL
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Roman Rischke
Dozierende	Prof. Dr. Roman Rischke
Sprache	Deutsch
Modultyp	Wahlpflichtmodul
Fachsemester	1./2. Semester
Angebotsturnus	Sommersemester
Dauer	ein Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	4 SWS Seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungen am PC und Projekten
Studien- / Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung, Projektbericht und -präsentation
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 120-180 h 60 h in Präsenz und 60-120 h Eigenstudium
Kreditpunkte	6 ECTS

Voraussetzungen	Grundlagen der • Linearen Algebra, • Vektoranalysis, • Stochastik, Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie und • Programmierung in Python Die Kursvoraussetzungen können anhand entsprechender Kapitel in der Kursliteratur aufgefrischt werden.
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul • kennst du aktuelle Modelle und Methoden des Deep Learning und kannst diese auf konkrete Problemstellungen anwenden. • bist du in der Lage, für verschiedene maschinelle Lernaufgaben tiefe neuronale Netzwerke mit aktuellen Software-Frameworks aufzusetzen und zu trainieren. • kannst du die Ergebnisse deiner Experimente aus den Teamprojekten interpretieren, diskutieren und angemessen präsentieren.	
Inhalt des Moduls	
• Grundlagen des Maschinellen Lernens • Grundlagen des Deep Learning • Convolutional Neural Networks • Transformer • Physics-Informed Neural Networks • Autoencoder • Graph Neural Networks • Optionale Themen, wie z.B. Interpretierbarkeit, Robustheit und ressourcen-effiziente Modelle des Deep Learning	
Lehr- und Lernmethoden	
Lehrvortrag, E-learning-Einheiten, Übungseinheiten, Projekt - und Gruppenarbeiten, Gastvorträge, Diskussion aktueller Fachartikel	
Literatur und Software	
Literatur: • Goodfellow, Bengio & Courville: Deep Learning. MIT Press. www.deeplearningbook.org • Chollet: Deep Learning with Python. Manning Publ. Co., 2. Auflage, 2021. • Deisenroth, Faisal & Ong: Mathematics for Machine Learning. Cambridge University Press. https://mml-book.github.io/ • Grohs & Kutyniok (Eds.): Mathematical Aspects of Deep Learning. Cambridge University Press. • Zhang, Lipton, Li & Smola: Dive into Deep Learning. https://d2l.ai/ Software: • Python (z.B. scikit-learn, PyTorch, Jax, Numpy)	
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT	
Grün: Teilnahme ist unbedenklich.	

10.4 Kleines F&E-Projekt

Im Rahmen dieses Wahlpflichtmoduls kannst du an einem aktuellen Forschungs- oder Entwicklungsprojekt mitarbeiten und zeigen, dass du die bisher im Studium erworbenen Kenntnisse und Methoden auf eine konkrete Fragestellung anwenden kannst. Das Thema stammt in der Regel von einem Dozent der Hochschule, der dann das Projekt betreut und bewertet. In Einzelfällen können auch Themen von Firmen oder externen Forschungsinstituten bearbeitet werden, wobei immer auch ein Hochschulbetreuer erforderlich ist. Je nach Thema erhältst du so spannende Einblicke in die Tätigkeit als Entwicklungsingenieur oder Wissenschaftler. Am Ende des Projekts präsentierst du deine Ergebnisse im Rahmen eines Abschlussvortrags.

Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	
Kürzel	FEpk
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Conrad Wolf (Koordination)
Dozierende	
Sprache	
Modultyp	Wahlpflichtmodul
Fachsemester	Keine Zuordnung
Angebotsturnus	individuell
Dauer	1 Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	Projekt
Studien- / Prüfungsleistungen	Präsentation
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 90 h
Kreditpunkte	3 ECTS
Voraussetzungen	
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul • bist du in der Lage, dir fachliche Hintergründe und Zusammenhänge zu einer Themenstellung selbstständig zu erschließen • kannst du entsprechende Arbeitshypothesen, Bearbeitungsstrategien und Zeitpläne formulieren • bist du fähig, dir notwendige Arbeitsmethoden theoretisch und praktisch zu erschließen • bist du in der Lage, geeignete Simulationen oder Experimente durchzuführen • kannst du die dabei erzeugten Ergebnisse wissenschaftlich angemessen auswerten und darstellen • bist du fähig, deine Ergebnisse in Bezug auf die aufgestellte Arbeitshypothese zu diskutieren und in fachliche und überfachliche Zusammenhänge einzuordnen	

Inhalt des Moduls
Individuelle Themenwahl
Lehr- und Lernmethoden
Projektbesprechungen, übliche Präsentationstechniken
Literatur und Software
Dem Themengebiet entsprechende wissenschaftliche Artikel in enger Absprache mit dem Dozenten
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT
Gelb: Einzelfallprüfung notwendig.

10.5 Großes F&E-Projekt

Im Rahmen dieses Wahlpflichtmoduls kannst du an einem aktuellen Forschungs- oder Entwicklungsprojekt mitarbeiten und zeigen, dass du die bisher im Studium erworbenen Kenntnisse und Methoden auf eine konkrete Fragestellung anwenden kannst. Das Thema stammt in der Regel von einem Dozent der Hochschule, der dann das Projekt betreut und bewertet. In Einzelfällen können auch Themen von Firmen oder externen Forschungsinstituten bearbeitet werden, wobei immer auch ein Hochschulbetreuer erforderlich ist. Je nach Thema erhältst du so spannende Einblicke in die Tätigkeit als Entwicklungsingenieur oder Wissenschaftler. Du dokumentierst deine Ergebnisse in einem schriftlichen Bericht und präsentierst sie im Rahmen eines Abschlussvortrags.

Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	
Kürzel	FEPg
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Conrad Wolf (Koordination)
Dozierende	
Sprache	
Modultyp	Wahlpflichtmodul
Fachsemester	Keine Zuordnung
Angebotsturnus	individuell
Dauer	1 Semester
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	Projekt
Studien- / Prüfungsleistungen	Präsentation und Bericht
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 180 h
Kreditpunkte	6 ECTS
Voraussetzungen	

Qualifikationsziele
Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul • bist du in der Lage, dir fachliche Hintergründe und Zusammenhänge zu einer Themenstellung selbstständig zu erschließen • kannst du entsprechende Arbeitshypothesen, Bearbeitungsstrategien und Zeitpläne formulieren • bist du fähig, dir notwendige Arbeitsmethoden theoretisch und praktisch zu erschließen • bist du in der Lage, geeignete Simulationen oder Experimente durchzuführen • kannst du die dabei erzeugten Ergebnisse wissenschaftlich angemessen auswerten und darstellen • bist du fähig, deine Ergebnisse in Bezug auf die aufgestellte Arbeitshypothese zu diskutieren und in fachliche und überfachliche Zusammenhänge einzuordnen
Inhalt des Moduls
Individuelle Themenwahl
Lehr- und Lernmethoden
Projektbesprechungen, übliche Präsentationstechniken
Literatur und Software
Dem Themengebiet entsprechende wissenschaftliche Artikel in enger Absprache mit dem Dozenten
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT
Gelb: Einzelfallprüfung notwendig.

11 Masterarbeit

Mit der Masterarbeit zeigst du, dass du fähig bist, eine Aufgabenstellung aus dem Bereich Simulation und Test eigenständig und wissenschaftlich fundiert zu bearbeiten. Dabei setzt du die im Verlauf deines Studiums erworbenen Fachkenntnisse und wissenschaftlichen Methoden ein, um ein aktuelles Thema zu untersuchen. Die konkrete Themenstellung kann von einem Dozenten der Hochschule, einer Firma oder einem externen Forschungsinstitut vorgegeben werden. Du dokumentierst deine Ergebnisse in einer schriftlichen Arbeit und präsentierst sie im Rahmen eines Abschlussvortrags.

Studiengang	Master Simulation + Test
Untertitel / engl. Titel	
Kürzel	MA
Modulverantwortliche(r)	Prof. Dr. Conrad Wolf
Dozierende	
Sprache	
Modultyp	Pflichtmodul
Fachsemester	3. Semester
Angebotsturnus	
Dauer	Bearbeitungsdauer max. 6 Monate
Nutzung in anderen Studiengängen	
Lehrform / SWS	
Studien- / Prüfungsleistungen	Masterarbeit Vortrag 30 - 45 Minuten
Arbeitsaufwand	Workload gesamt: 720 h
Kreditpunkte	24 ECTS
Voraussetzungen	Anmeldung frühestens 8 Wochen nach Beginn des 2. Fachsemesters
Qualifikationsziele	
Nach erfolgreicher Teilname an diesem Modul • bist du in der Lage, dir fachliche Hintergründe und Zusammenhänge zu einer Themenstellung selbstständig zu erschließen • kannst du entsprechende Arbeitshypothesen, Bearbeitungsstrategien und Zeitpläne formulieren • bist du fähig, dir notwendige Arbeitsmethoden theoretisch und praktisch zu erschließen • bist du in der Lage, geeignete Simulationen oder Experimente durchzuführen • kannst du die dabei erzeugten Ergebnisse wissenschaftlich angemessen auswerten und darstellen • bist du fähig, deine Ergebnisse in Bezug auf die aufgestellte Arbeitshypothese zu diskutieren und in fachliche und überfachliche Zusammenhänge einzuordnen	

Inhalt des Moduls
Eigenständige Themenwahl
Lehr- und Lernmethoden
Übliche Präsentationstechniken
Literatur und Software
Dem Themengebiet entsprechende wissenschaftliche Artikel in enger Absprache mit dem Dozenten
GEFÄHRDUNGSGRAD IN SCHWANGERSCHAFT UND STILLZEIT
Gelb: Einzelfallprüfung notwendig.



Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg
Friedrich-Streib-Str. 2
96450 Coburg

www.hs-coburg.de