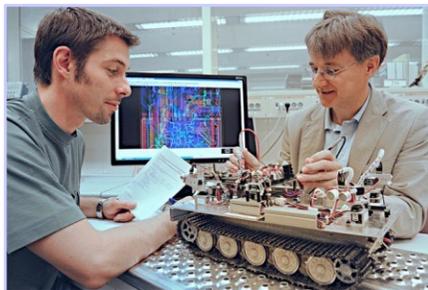


# Information zur Wahl der Vertiefungen

im integrativen Master-Studiengang

## Computer Aided Engineering (CAE)

im HAW-Bereich der Universität der  
Bundeswehr München



# Gliederung

---

- Curriculum gemäß SPOCAE/Ma 2019
- Übersicht Vertiefungen
- Teilnehmerbegrenzungen
- Wählbare Vertiefungs-Kombinationen
- Vorstellung der Vertiefungen
  - Simulations- und Versuchstechnik (SV)
  - Computational Engineering (CE)
  - Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)
  - Electronic Design Automation (EDA)
  - Wireless Communications (COM)
  - Autonome Intelligente Systeme (AIS)
- Wahlpflichtmodule/Studienarbeit

# Curriculum gemäß SPOCAE/Ma 2019

1. Studienjahr		2. Studienjahr			
FT	Vorlesungsfreie Zeit (VFZ)	HT	WT	FT	VFZ
21* bzw. 15 ECTS-LP		45* bzw. 51 ECTS-LP		24 ECTS-LP	
<b>Grundlagenmodul:                      Computergesteuerte                      Messdatenerfassung                      und -auswertung</b> 5 ECTS-LP		<b>Pflichtmodule der                      Vertiefung 1</b> 10 ECTS-LP		<b>Masterarbeit</b> 24 ECTS-LP	
<b>Grundlagen-                      modul:                      Höhere                      Mathematik</b> 7 ECTS-LP		<b>Pflichtmodule der                      Vertiefung 2</b> 10 ECTS-LP			
		<b>Aufbaumodule der                      Vertiefung 1</b> 10 ECTS-LP			
		<b>Aufbaumodule der                      Vertiefung 2</b> 10 ECTS-LP			
		<b>WPM-Block</b> 9 ECTS-LP			
		Möglichkeit, 6 ECTS- LP des WPM-Blocks bereits in der VFZ zu absolvieren			
<b>studium plus                      Standardkurs</b> 3 ECTS-LP		<b>studium plus                      Trainingskurs</b> 2 ECTS-LP			

# Ingenieurwissenschaftliche Vertiefungen

- Rechnergestützte Produktentstehung 

MB	LRT
----	-----
- Computational Engineering 

MB	LRT	ETTI
----	-----	------
- Simulations- und Versuchstechnik 

MB	LRT	EIT
----	-----	-----
- Electronic Design Automation
- Wireless Communications 

ETTI	EIT	INF
------	-----	-----
- Autonome Intelligente Systeme 

ETTI	EIT	INF
------	-----	-----
- |      |     |
|------|-----|
| ETTI | INF |
|------|-----|

# Teilnehmerbegrenzungen

Vertiefung	TN-Grenze
Autonome Intelligente Systeme (AIS)	25
Computational Engineering (CE)	40
Electronic Design Automation (EDA)	32
Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)	40
Simulations- und Versuchstechnik (SV)	42
Wireless Communications (COM)	25

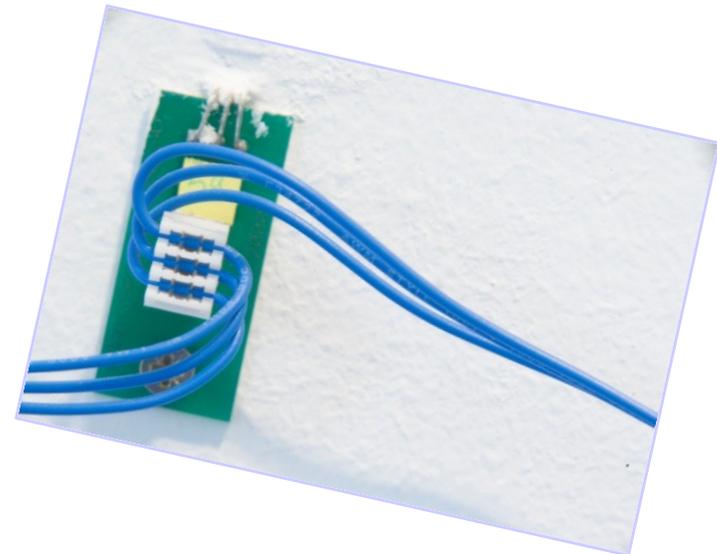
# Mögliche Kombinationen

RPE und CE sowie EDA und COM:  
vormittags (untereinander überschneidungsfrei)

SV und AIS:  
nachmittags (nicht überschneidungsfrei)

## Es sind also folgende Kombinationen belegbar:

1. RPE und CE
2. RPE und SV
3. SV und CE
4. EDA und COM
5. EDA und AIS
6. COM und AIS
7. SV und COM
8. SV und EDA
9. AIS und RPE
10. AIS und CE

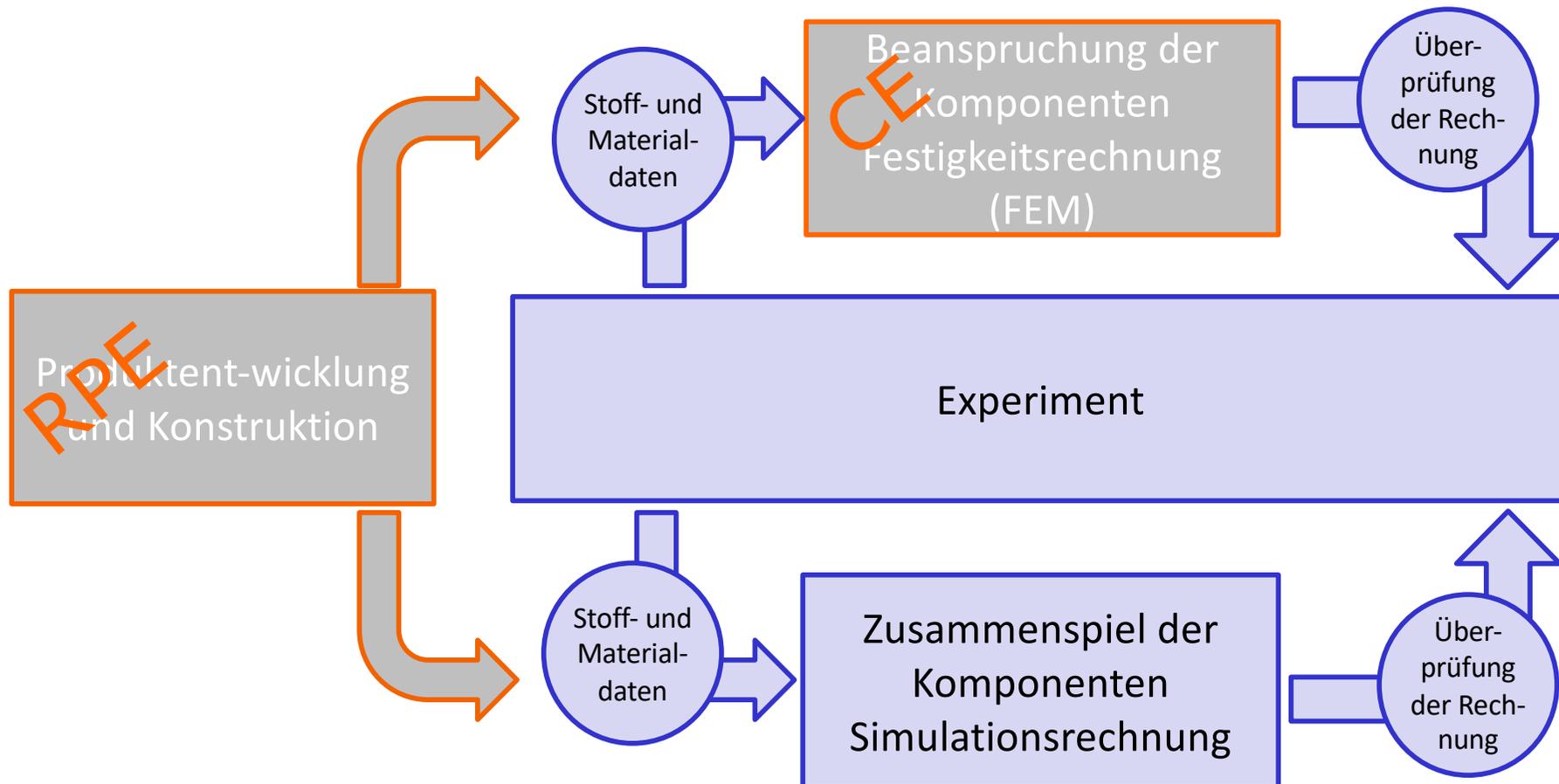


# Vorstellung der ingenieur- wissenschaftlichen Vertiefungen

# Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Kontakt: [roman.keppeler@unibw.de](mailto:roman.keppeler@unibw.de)

# Simulations- und Versuchstechnik (SV)



## Simulations- und Versuchstechnik (SV)

---

- Fahrzeuge und komplexe Maschinen lassen sich nicht nur am Reißbrett entwickeln.
- Die Vertiefung lehrt Werkzeuge für die praktische Entwicklung:
  - Simulation: Prozesssimulation und Fahrzeugdynamik
  - Experiment: Experimentaltechnik und Digitale Signalverarbeitung
- Unterrichtet wird exemplarisch mit hohem Praxisanteil

## Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Pflichtmodule	ECTS-LP	Trimester
<p><b>Experimentaltechnik</b>                      (Adam/Faßbender/Groha/Keppeler/Kuttner/Löwisch/Meyer/Späth, MB)                      Art der Prüfung: Projektarbeit</p>	5	HT (5 TWS)/ WT (2 TWS)
<p><b>Prozesssimulation</b>                      (Faßbender/Waldruff, MB)                      Art der Prüfung: sP-90</p>	5	HT (3 TWS)/ WT (3 TWS)
Aufbaumodule	ECTS-LP	Trimester
<p><b>Fahrzeugdynamik</b>                      (Lion/Kuttner, LRT/MB)                      Art der Prüfung: mP-30</p>	5	HT (5 TWS)
<p><b>Digitale Signalverarbeitung</b>                      (Stäude, EIT)                      Art der Prüfung: sP-60</p>	5	WT (5 TWS)

# Simulations- und Versuchstechnik (SV)

---

## Pflichtmodul: Experimentaltechnik (MB)

### Inhalt

- Learning by Doing: 5-8 Studierende machen ein größeres Experiment
- Betreut werden die Experimente jeweils von einem der folgenden Hochschullehrer: Adam, Faßbender, Groha, Keppeler, Kuttner, Löwisch, Meyer, Späth
- Pflichttermine: Labor, zwei Einzelvorlesungen und zwei Exkursionen zu Firmen

### Vorkenntnisse

- Kenntnisse der Messtechnik und der Physik des jeweiligen Versuchs, wahlweise aus den o.g. Bereichen
- Messdatenerfassung und –auswertung
- Hilfreich: Kenntnisse in Matlab und in Projektmanagement

### Prüfung: Projektarbeit

Bewertet werden die Leistungen bei der Planung, Durchführung und Interpretation des Experiments sowie der Projektbericht.

# Simulations- und Versuchstechnik (SV)

## Pflichtmodul: Prozesssimulation (MB)

### Inhalt

- Das Modul wird zweifach angeboten. Von den Vorlesungen "Simulation technischer Prozesse" (Prof. Waldruff, Modelica) und "Prozesssimulation" (Prof. Faßbender, Recurdyn) ist eine zu belegen.
- Kenntnis und Fähigkeit zur Modellierung technischer Systeme
- Physikalische Modellbildung
- Komponentenbasierte Simulation
- Num. Integration & Solvetechniken

### Vorkenntnisse

Die Simulationsbeispiele stammen aus den Fachgebieten Technische Mechanik, Thermodynamik, Schwingungslehre und E-Technik

**Prüfung: sP-90**



# Simulations- und Versuchstechnik (SV)

## Aufbaumodul: Fahrzeugdynamik (LRT/MB)

### Inhalt

- Vorlesung Fahrzeugdynamik (Lion)
- Praktikum Fahrzeugdynamik (Kuttner)
- Quer-, vertikal und Längsdynamik von Fahrzeugen
- Modellierung von Reifen und Federn

### Vorkenntnisse

- Grundlagenfächer CAE (Höhere Mathematik und Computergestützte Messdatenerfassung und –auswertung)
- Technische Mechanik insbesondere Dynamik
- Maschinendynamik

### Prüfung: mP-30

Inhalte der Vorlesung und des Praktikums



# Simulations- und Versuchstechnik (SV)

---

## Aufbaumodul: Digitale Signalverarbeitung (EIT)

### Inhalt

- Grundlagen der digitalen Signaldarstellung
- z-Transformation, Diskrete Fouriertransformation (DFT), Fast Fourier Transformation(FFT)
- Parameterdiskrete Systeme (LVI-Systeme)
- Schnelle Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung
- Entwurf zeitdiskreter Signalverarbeitungssysteme (Filterentwurf)
- Deterministische und stochastische Signale
- Adaptive Filter
- Minimale Abtastfrequenz
- Signalveränderung durch Wandlung und weitere Verarbeitung

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Mathematik und Statistik

**Prüfung: sP-60**

# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Kontakt: [norbert.oswald@unibw.de](mailto:norbert.oswald@unibw.de)

## Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Finden sich in komplexen dynamischen Umgebungen zurecht, können auftretende Probleme selbständig lösen und handeln zielgerichtet

- Verkehr, Industrie, Medizin, Energie, Landwirtschaft, Militär, ...
- Selbstregulation, Wahrnehmen, Lernen, Planen, Handeln, ...



# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

---

## Ziel

- fundierter Einblick in ausgewählte Bereiche der komplexen wissenschaftlichen Disziplin autonomer intelligenter Systeme

## Inhalte

- kognitive Dimension: Methoden und Verfahren zur Wahrnehmung, zur Wissensbildung, zur Argumentation, zur Problemlösung, zur Entscheidungsfindung und zum Lernen
- sensomotorische Dimension: Methoden und Verfahren zur multi-sensorischen Reizaufnahme, zur Reizverarbeitung und zur Steuerung und Kontrolle von Bewegungen oder Aktionen

# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Pflichtmodule	ECTS-LP	Trimester
<b>Kognitive Systeme</b> (Oswald, ETTI) Art der Prüfung: Portfolio	5	HT (4 TWS)
<b>Robotersysteme</b> (Neve, ETTI) Art der Prüfung: sP-90 oder Referat-45 oder mP-30	5	HT (5 TWS)
Aufbaumodule		
<b>Algorithmische Geometrie</b> (Minas, INF) Art der Prüfung: sP-60 oder mP-30	5	WT (5 TWS)
<b>Deep Learning</b> (Oswald, ETTI) Prüfung: Portfolio oder mP-30	5	WT (5 TWS)

# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

---

## Pflichtmodul: Kognitive Systeme (ETTI)

### Inhalt

- Wissensrepräsentation und Reasoning
- Semantic Web (RDF, OWL und SPARQL)
- Modellierung unsicherer oder unvollständiger Information (Bayes Belief-Netze)
- Entscheidungsfindung (Markov Decision Process und Decision Networks)
- Lernen aus Erfahrung (verschiedene Verfahren des Reinforcement Learning und Deep Reinforcement Learning) mit Praxisbeispielen (z.B. aus OpenAI)

### Vorkenntnisse

- Grundkenntnisse Stochastik (z.B. aus dem CAE Modul „Höhere Mathematik“)

### Prüfung: Portfolio

- Bestehend aus einer Laborübung, einem Vortrag und einer schriftlichen Testung von maximal 45 Minuten

# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

---

## Pflichtmodul: Robotersysteme (ETTI)

### Inhalt

#### Sensorik (Vorlesung):

- Aufbau und Technologie moderner Sensoren und Anwendungen
- Digitale Verarbeitung von Rohdaten bei Mess(un)genauigkeiten, Sensorfusion

#### Robotersysteme (Vorlesung):

- Komponenten eines Roboters, Kinematik, Dynamik. Effektoren und Greifsysteme und Programmierung
- Exkurs zu Cyber Physical Systems

### Vorkenntnisse

Kenntnisse des Moduls Höhere Mathematik

**Prüfung: sP-90**

# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

---

## Aufbaumodul: Algorithmische Geometrie (INF)

### Inhalt

Vermittlung effizienter Lösungsverfahren für grundsätzliche geometrische Probleme aus verschiedenen Disziplinen (z.B. Robotik, Bildverarbeitung, CAD)

### Vorkenntnisse

Kenntnisse grundlegender Datenstrukturen und Algorithmen: Listen, Bäume, Graphen, Such- und Sortierverfahren, Komplexitätsanalyse

Literaturempfehlung z.B.

- M. de Berg et al., Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer 2008
- R.Klein. Algorithmische Geometrie: Grundlagen, Methoden, Anwendungen, Springer 2005

### Prüfung: sP-60 oder mP-30

Die genaue Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

# Autonome Intelligente Systeme (AIS)

## Aufbaumodul: Deep Learning (ETTI)

### Inhalt

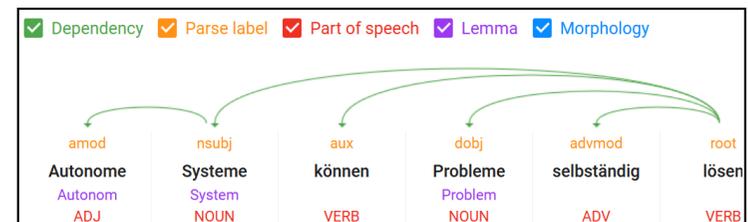
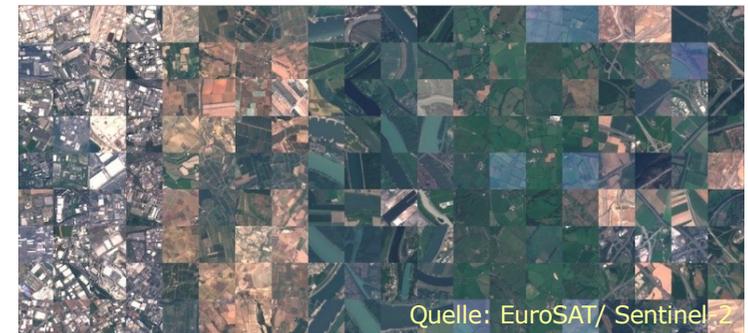
- Theoretische und praktische Kenntnisse
- Themen u.a. CNN, GAN und Transformer
- basierend auf Tensorflow bzw. PyTorch

### Vorkenntnisse

- Gute Kenntnisse in Python
- Grundkenntnisse neuronale Netzen (z.B. TIKT-Modul „Künstliche Intelligenz“)

### Prüfung: Portfolio

- selbständig zu bearbeitende Laboraufgaben
- Details zum Portfolio werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben



# Wireless Communications (COM)

Kontakt: [petra.weitkemper@unibw.de](mailto:petra.weitkemper@unibw.de)

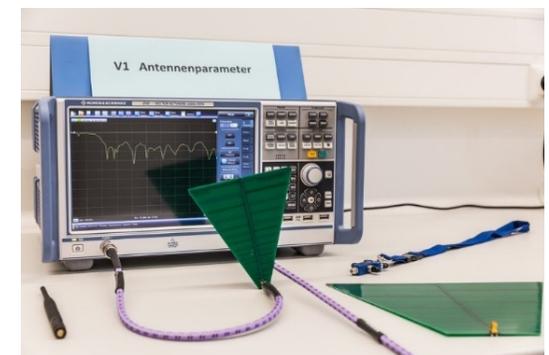
# Wireless Communications - COM

**Kommunikation spielt in vielen Bereichen eine immer wichtigere Rolle, z.B. Industrie, Militär, Privatbereich**

**Kommunikationsinfrastruktur ist eine der wichtigsten und damit kritischsten Infrastrukturen**

**Kommunikation verlagert sich immer mehr zu drahtloser Kommunikation**

**Gleichzeitig wird der Aspekt der Sicherheit immer wichtiger**



# Wireless Communications - COM

---

## Ziel der Vertiefung

Vermittlung fundierter Kenntnisse über alle wichtigen Aspekte moderner, störsicherer Funkkommunikationssysteme

## Inhalte

- Moderne Übertragungsverfahren für sichere und breitbandige Links
  - Moderne Verfahren der Kanal- und Quellencodierung
  - Kooperative Kommunikation
  - Sicherheitsaspekte in der Kommunikation, z.B. Identitätsmanagement
- Realisierungsbeispiele aktueller Systeme, z.B. WLAN, Bluetooth, NFC
- Entwurf von störresistenten Verfahren, z.B. spektrale Spreizung

# Wireless Communications - COM

Pflichtmodule	ECTS-LP	Trimester
<p><b>Kanal- und Quellencodierung</b>                      (Weitkemper/Knopp, ETTI/EIT)                      Art der Prüfung: sP-90</p>	5	HT (5-6 TWS)
<p><b>Funkübertragungssysteme</b>                      (Lindenmeier/Weitkemper, EIT/ETTI)                      Art der Prüfung: sP-90</p>	5	WT (5 TWS)
Aufbaumodule	ECTS-LP	Trimester
<p><b>Transmission Techniques for Wireless Channels</b>                      (Riederer, ETTI)                      Art der Prüfung: sP-90</p>	5	HT (6 TWS)
<p><b>Sicherheit in der Kommunikation</b>                      (Pöhn, Tormow, INF)                      Art der Prüfung: mP-40</p>	5	WT (6 TWS)

# Wireless Communications - COM

---

## Pflichtmodul: Kanal- und Quellencodierung (EIT)

### Inhalt

Dieses Modul vertieft und ergänzt die in einem grundständigen Studiengang erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen zu Codierungsverfahren und deren Anwendung in modernen digitalen Kommunikationssystemen.

### Vorkenntnisse

- Grundkenntnisse der Kommunikationstechnik, insbesondere der digitalen Übertragungstechnik.
- Höhere Mathematik, insbesondere Algebra, Matrizenrechnung und Spektraltransformation.

**Prüfung: sP-90**

# Wireless Communications - COM

---

## Pflichtmodul: Funkübertragungssysteme (EIT/ETTI)

### Inhalt

#### Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik, 3 VÜ:

- Mobile und fest installierte Funknetze für die Anwendungen Mobilkommunikation, Funkortung und Radar
- Kabelgebundene Hochfrequenz-Übertragungssysteme

#### Moderne Funksysteme, 2 VÜ :

- Kooperative Kommunikation und Relaying
- Überblick aktueller drahtloser Kommunikationssysteme an praktischen Beispielen wie WLAN, Bluetooth oder NFC
- Vergleich, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der technischen Verfahren moderner Kommunikationssysteme

### Vorkenntnisse

Elektrotechnik Vertiefung, Digitale Kommunikationstechnik, Funkkommunikation

### Prüfung: sP-90,

Gewichtung der Teile entsprechend des Umfangs 60:40

# Wireless Communications - COM

---

## Aufbaumodul: Transmission Techniques for Wireless Channels (ETTI)

**Inhalt** 3 VÜ + 3P, (Riederer):

- Typische Eigenschaften von Funkkanälen und an diese Kanalbedingungen angepasste Übertragungstechniken, v.a. OFDM
- Verfahren zur Erhöhung der Stör- und Abhörsicherheit, z.B. spektrale Spreizung

### **Vorkenntnisse**

Kommunikationstechnik

### **Prüfung: sP-90**

Vertiefung und Anwendung des erworbenen Wissens in Praktikumsversuchen

# Wireless Communications - COM

## Aufbaumodul: Sicherheit in der Kommunikation (INF)

### Inhalt

Einführung in die Quanteninformationsverarbeitung (Tornow, 3TWS)

- Grundlagen der Quantentheorie, Quantenverschränkung, Quanten-Shannon-Theorie, effiziente Quantenalgorithmien, Quantenkryptographie, Quantenkanäle, Quantenfehlerkorrektur, Quantennetzwerke und Quantenkommunikation.

Identitätsmanagement (Pöhn, 3 TWS)

- Grundlagen des Identitätsmanagements und deren Zusammenhang mit IT-Sicherheit, verschiedene Protokolle des Identitätsmanagements im Webbereich, deren Sicherheit und Anwendungsgebiete

### Vorkenntnisse

Grundlegende Kenntnisse in linearer Algebra

Vorteilhaft, aber nicht erforderlich: Quantenmechanik, Kryptographie, Funktionsweise von Webanwendungen sowie IT-Sicherheit

### Hinweis zur Durchführung

Eine der Vorlesungen findet Donnerstagnachmittag statt und wird als Alternative auch hybrid angeboten (Aufzeichnung sowie persönliche Fragestunden)

**Prüfung: mP-40**

# Computational Engineering (CE)

Kontakt: [ralf.spaeth@unibw.de](mailto:ralf.spaeth@unibw.de)

# Computational Engineering (CE)

## Warum CE?

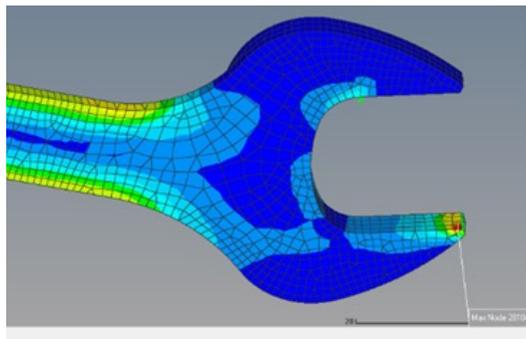
Die Entwicklung neuer Produkte findet zunehmend auf dem Computer statt

## Ziel der Vertiefung

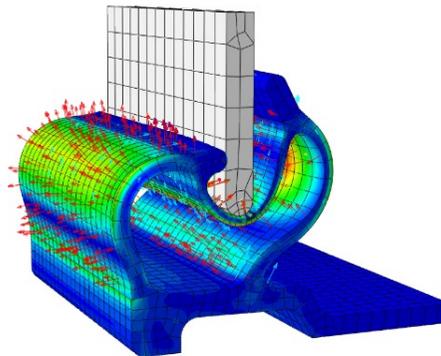
Kennenlernen der Vorgehensweise bei der Auslegung neuer Produkte mit kommerziellen Computerprogrammen

## Inhalt

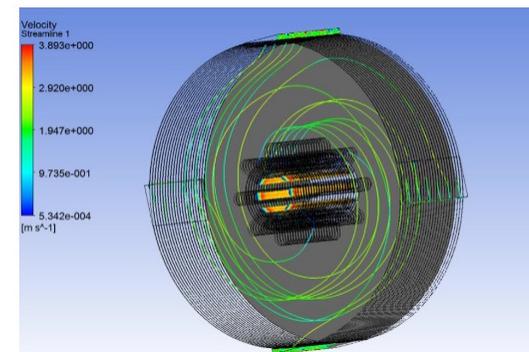
Grundlagen und Anwendung numerischer Berechnungsverfahren für Strukturen (FEM) und Strömungen (CFD)



Spannungen an einem Schraubenschlüssel



Eindringversuch einer Türdichtung des A380



Stromlinien in einer Teslaturbine

# Computational Engineering (CE)

## Besonderheiten

- Schwerpunkte sind Theorie und Computerübungen
- Auch Experimente zur Stoffdatenermittlung und Validierung
- Anwendung von modernen Simulationsprogrammen wie Altair Hypermesh (FE), ANSYS-FEM, ANSYS-CFX für die Auslegung von Strukturen und Strömungen
- Kennenlernen des typischen Arbeitsfelds einer/eines Entwicklungsingenieurin/s



# Computational Engineering (CE)

Pflichtmodule	ECTS-LP	Trimester
<b>Strukturberechnung I</b> (Späth MB) Art der Prüfung: sP-120	5	HT (6 TWS)
<b>Numerische Strömungsberechnung</b> (Keppeler MB) Art der Prüfung: sP-90	5	WT (4 TWS)
Aufbaumodule	ECTS-LP	Trimester
<b>Materialmodelle und Numerik</b> (Johlitz LRT, Görl ETTI) Art der Prüfung: mP-30	5	HT (6 TWS)
<b>Strukturberechnung II</b> (Musil, Johlitz LRT) Art der Prüfung: mP-30	5	WT (5 TWS)

# Computational Engineering (CE)

---

## Pflichtmodul: Strukturberechnung I

### Lehrveranstaltungen

- Grundlagen der FEM, Vorlesung und Übungen
- FEM-Praktikum

### Inhalt

Einführung in die Theorie und die praktische Vorgehensweise bei der linearen Finite-Elemente-Methode (FEM)

### Vorkenntnisse

- Modul Höhere Mathematik
- Gute Kenntnisse der Werkstoffkunde, der Technischen Mechanik / Festigkeitslehre und des Leichtbaus

### Prüfung: sP-120

- Schriftlich 120 Minuten: Theorie und am PC (FEM-Modell berechnen)
- Die 2. Wh-Prüfung kann auch mündlich 30 Minuten abgehalten werden

# Computational Engineering (CE)

---

## Pflichtmodul: Numerische Strömungsberechnung

### Lehrveranstaltungen

- Numerische Strömungsberechnung, Vorlesung
- Numerische Strömungsberechnung, Computerübungen

### Inhalt

- Behandlung der theoretischen Grundlagen und der praktischen Vorgehensweise bei der Strömungsberechnung mit kommerziellen CFD-Programmen auf dem Computer (CFD= Computational Fluid Dynamics)
- Durchführung praktischer Übungen am Rechner mit dem kommerziellen Strömungsberechnungsprogramm ANSYS-CFX begleitend zur Vorlesung

### Vorkenntnisse

Kenntnisse aus der Ingenieurmathematik, der Strömungsmechanik, der Thermodynamik und der Wärmeübertragung

### Prüfung: sP-90

# Computational Engineering (CE)

## Aufbaumodul: Materialmodelle und Numerik

### Lehrveranstaltungen

- Experimentelle Methoden und Materialmodellierung, Vorlesung+Übungen
- Computernumerik, Praktikum

### Inhalt

- Selbstständiges Einrichten, Durchführen und Auswerten von diversen Experimenten zur Materialcharakterisierung
- Methoden der Materialmodellierung sowie die Umsetzung dieser Gleichungen im Rahmen moderner Simulations-Software
- Parameteridentifikation als Verbindungsglied zwischen Theorie und Praxis
- Umsetzung numerischer Lösungen von Standardproblemen mit geeigneten Datenstrukturen und Algorithmen mit der leicht zu erlernenden Programmiersprache Python

### Vorkenntnisse

- Grundlagen der Technischen Mechanik
- Freude am experimentellen Arbeiten

### Prüfung: mP-30

# Computational Engineering (CE)

## Aufbaumodul: Strukturberechnung II

### Lehrveranstaltungen

- Nichtlineare FEM, Vorlesung und Rechnerpraktikum
- Einführung in die Kontinuumsmechanik, Vorlesung

### Inhalt

- Umfassende theoretische und praktische Kenntnisse zur Lösung von Problemstellungen in der nichtlinearen Strukturmechanik
- Umgang mit einem FE-Programm (z.B. Abaqus, Optistruct) und dessen Anwendung auf nichtlineare Aufgabenstellungen in praktischen Übungen
- Einführung in die grundlegenden Konzepte und Methoden der Materialmodellierung bei großen Deformationen
- Veranschaulichung der Methoden anhand eines einfachen Materialmodells

### Vorkenntnisse

- Die Studierenden benötigen Kenntnisse aus der Technischen Mechanik
- Kenntnisse aus den CE-Pflichtmodulen Materialmodelle und Numerik und Strukturberechnung

### Prüfung: mP-30



# Was ist da los?

## PS5: Chip-Mangel betrifft besonders Sonys Konsole



Chip-Konzern mit Engpässen  
Intel: Chipmangel bis mindestens 2024 möglich

29.04.2022 12:03 Uhr

In der Corona-Krise war der Chip-Riese Intel einer der Gewinner, dann flaute das Geschäft ab. Und auch der Chip-Mangel wird den Konzern weiterhin belasten.

»Wie die Autoindustrie«

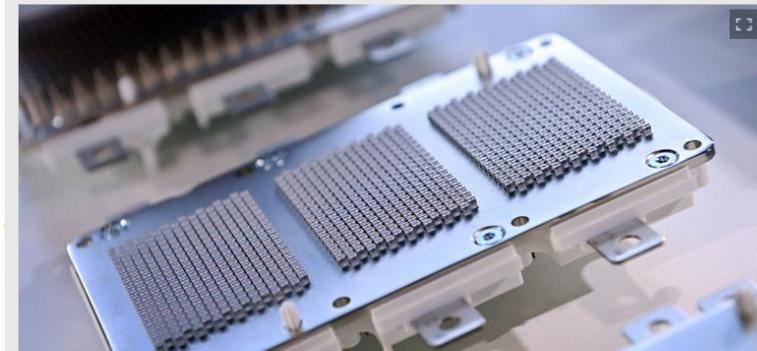
## Chipmangel plagt nun auch die Fahrradhersteller

Chipmangel behindert seit Monaten die Produktion der Autoindustrie. Nun die Zweirad-Branche.

01.05.2022, 16.28 Uhr

## 23. Februar 2022 – Bosch erweitert deutsche Chip-Produktion stärker

Bosch arbeitet ohnehin an einer Erweiterung seiner Chip-Produktionskapazitäten – aber im Zuge der globalen Halbleiter-Krise vergrößert der Zulieferer jetzt diese Kapazitäten noch stärker als geplant. Dabei geht es vor allen Dingen um die Prozessor-Herstellung



## Innovationsschub für den alten Kontinent

10.04.2022, 13:07 | Von: ROMAN LEIPOLD



## Mikroelektronik braucht ...

---

- Technologie und Materialien
- Komplexe Entwicklung – wie entwickelt man Schaltungen und Systeme?
  - Algorithmen und Verfahren zum Entwurf integrierter Schaltungen
  - Wie baut man integrierte Schaltungen?
  - Von der Schaltung zur Anwendung
- Know-How

# Electronic Design Automation (EDA)

---

- Was ist das Besondere an der Vertiefung?

- Studium hochmoderner Technologie, die unsere Zukunft bestimmt und verändert
- Enge Verbindung von Theorie und Praxis (SoC-Entwicklung)
  - Hardware/Software Codesign auf einem FPGA/SoC-System
- Einführung in die Electronic Design Automation
  - Entwurf integrierter Schaltungen und Technologie integrierter Schaltungen

- Ziel der Vertiefung

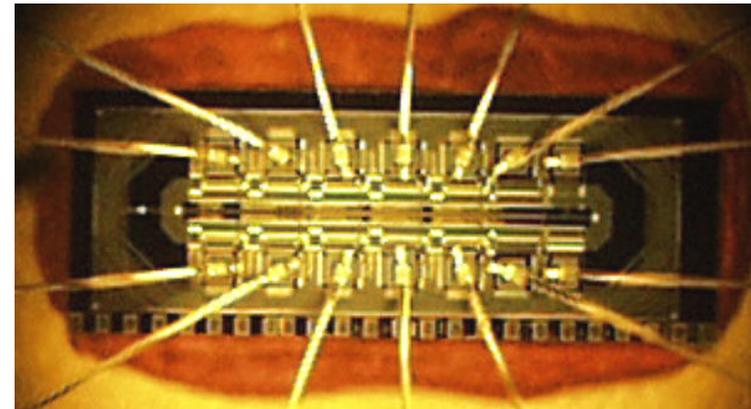
- Überblick über die Algorithmen und Verfahren für den rechnergestützten Entwurf integrierter Schaltungen und Systeme
- Grundlegende theoretische Kenntnisse sowie praktische Einblicke in die Herstellungsverfahren zur Herstellung integrierter Schaltungen
- Kompetenzerwerb zum Entwurf eines SoC Designs auf einem FPGA

# Electronic Design Automation (EDA)

- Erste integrierte Schaltung

*Texas Instruments 12.09.1958*

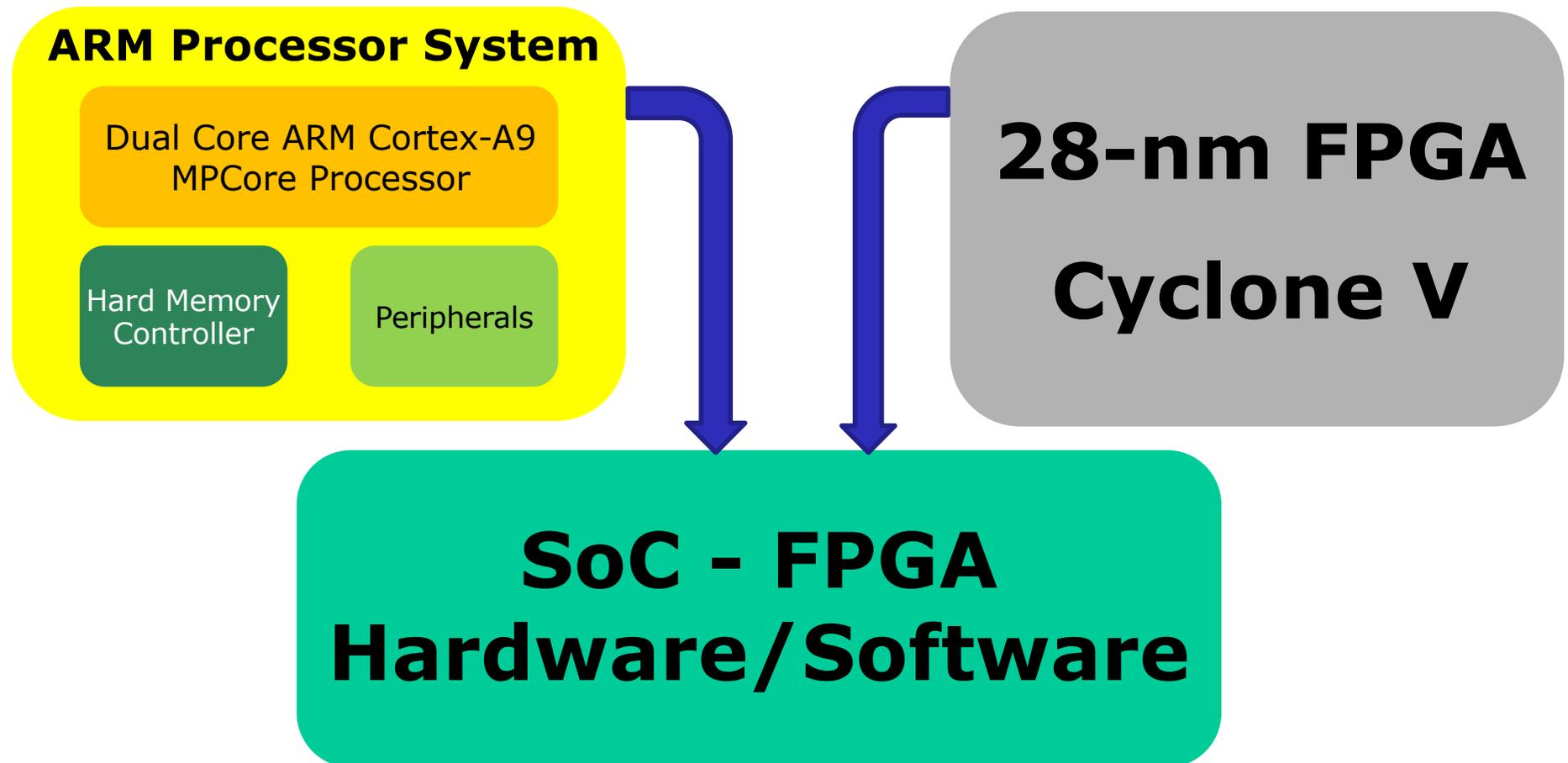
- Abb.: IC mit 150um pad



- Heute: 50Milliarden Transistoren auf einem einzigen Chip



# SoC FPGA -- Hardware - Beschleunigung



# Electronic Design Automation (EDA)

Pflichtmodule	ECTS-LP	Trimester
<b>Electronic Design Automation I</b> (Heinitz/Sauter, ETTI) Art der Prüfung: mP-30	5	HT (7 TWS)
<b>Electronic Design Automation II</b> (Englberger/Latzel, ETTI) Art der Prüfung: Portfolio	5	HT (5 TWS)
Aufbaumodule	ECTS-LP	Trimester
<b>Integrierte Schaltungen</b> (Maurer, EIT) Art der Prüfung: sP-75	5	WT (5 TWS)
<b>System on Chip Entwurf</b> (Korb, EIT) Art der Prüfung: sP-90 oder mP-25	5	WT (5 TWS)

# Electronic Design Automation (EDA)

## Pflichtmodul: Electronic Design Automation I

### Inhalt

1. Einführung in die Electronic Design Automation, Vorlesung und Übung
  - umfassende Einführung in die EDA (Schaltungsentwurf, Design Flow)
  - Algorithmen und Verfahren für den rechnergestützten Entwurf integrierter Schaltungen und Systeme
2. Technologie integrierter Schaltungen, Vorlesung
  - Grundlegende theoretische Kenntnisse sowie praktische Einblicke in die Herstellungsverfahren zur Herstellung integrierter Schaltungen

### Fragestellungen

- Wie baut man Transistoren?
- Wie entwirft man Schaltungen?
- Werden integrierte Schaltungen immer noch größer?
- Kann man hochkomplexe integrierte Schaltungen für autonome Fahrzeuge überhaupt noch sicher verifizieren?

# Electronic Design Automation (EDA)

---

## Pflichtmodul: Electronic Design Automation I

### Vorkenntnisse

- Verständnis von und Interesse für Algorithmen
- Grundkenntnisse von elektronischen Bauelementen und Schaltungstechnik

### Prüfung: mP-30

Prüfungsmodalitäten/Ablauf der Prüfung:

30 Minuten mündliche Prüfung

- jeder Bestandteil: 15 Minuten Dauer
- Gewichtung der beiden Bestandteile: 50 / 50

# Electronic Design Automation (EDA)

---

## **Pflichtmodul: Electronic Design Automation II**

### **Inhalt**

- Implementierung von komplexen digitalen Systemen in einem FPGA
- Codesign von Hardware (Prozessor und Peripherie) und Software (Linux)
- Durchführung eines System on a Chip-Projekts.

### **Fragestellungen**

- Wie entwirft man ein komplexes digitales System auf einem FPGA?
- Wie kann ein on-Chip Prozessor mit der on-Chip anwenderspezifischen Hardware kommunizieren?

# Electronic Design Automation (EDA)

---

## **Pflichtmodul: Electronic Design Automation II**

### **Vorkenntnisse**

- Kenntnisse in der Programmiersprache C
- Aufbau und Programmierung von „embedded“ Systemen
- Grundkenntnisse aus der Digitaltechnik

### **Prüfung: Portfolio**

Prüfungsmodalitäten/Ablauf der Prüfung: Die Note des Portfolios wird durch bewertete Meilensteine und durch mündliche und schriftliche Befragungen gebildet. Festlegung am Beginn der Lehrveranstaltung .

# Electronic Design Automation (EDA)

---

## Aufbaumodul: Integrierte Schaltungen (EIT)

### Inhalt

- Verständnis der Grundlagen des Entwurfs integrierter Schaltungen
- Verständnis von CMOS Technologien
- Befähigung zur Simulation und zur Verifikation integrierter Schaltungen
- Einblick in die analoge und digitale Schaltungstechnik.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse im Bereich der elektronischen Bauelemente und digitalen Schaltungen, wie sie im EIT-Modul 3420 vermittelt werden.

➤ Skripte unter <https://www.unibw.de/ims/lehre-an-der-professur-fuer-elektronische-bauelemente-und-integrierte-schaltungen>

### Prüfung: sP-75

Wiederholungsmöglichkeit am Ende des Frühjahrstrimesters.

# Electronic Design Automation (EDA)

---

## Aufbaumodul: System on Chip Entwurf (EIT)

### Inhalt

- Funktion und Algorithmen von Kernkomponenten moderner Kommunikationssysteme
- moderne Prozessor- und Speicherarchitekturen
- Entwurf von dezidierten Hardwarebeschleunigern und deren Integration in ein Prozessorsystem

### Vorkenntnisse

Hilfreich sind Grundkenntnisse im Bereich des RTL Entwurfs integrierter digitaler Schaltungen

### Prüfung: sP-90 oder mP-25

Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

Kontakt: [vesna.nedeljkovic-groha@unibw.de](mailto:vesna.nedeljkovic-groha@unibw.de)

# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

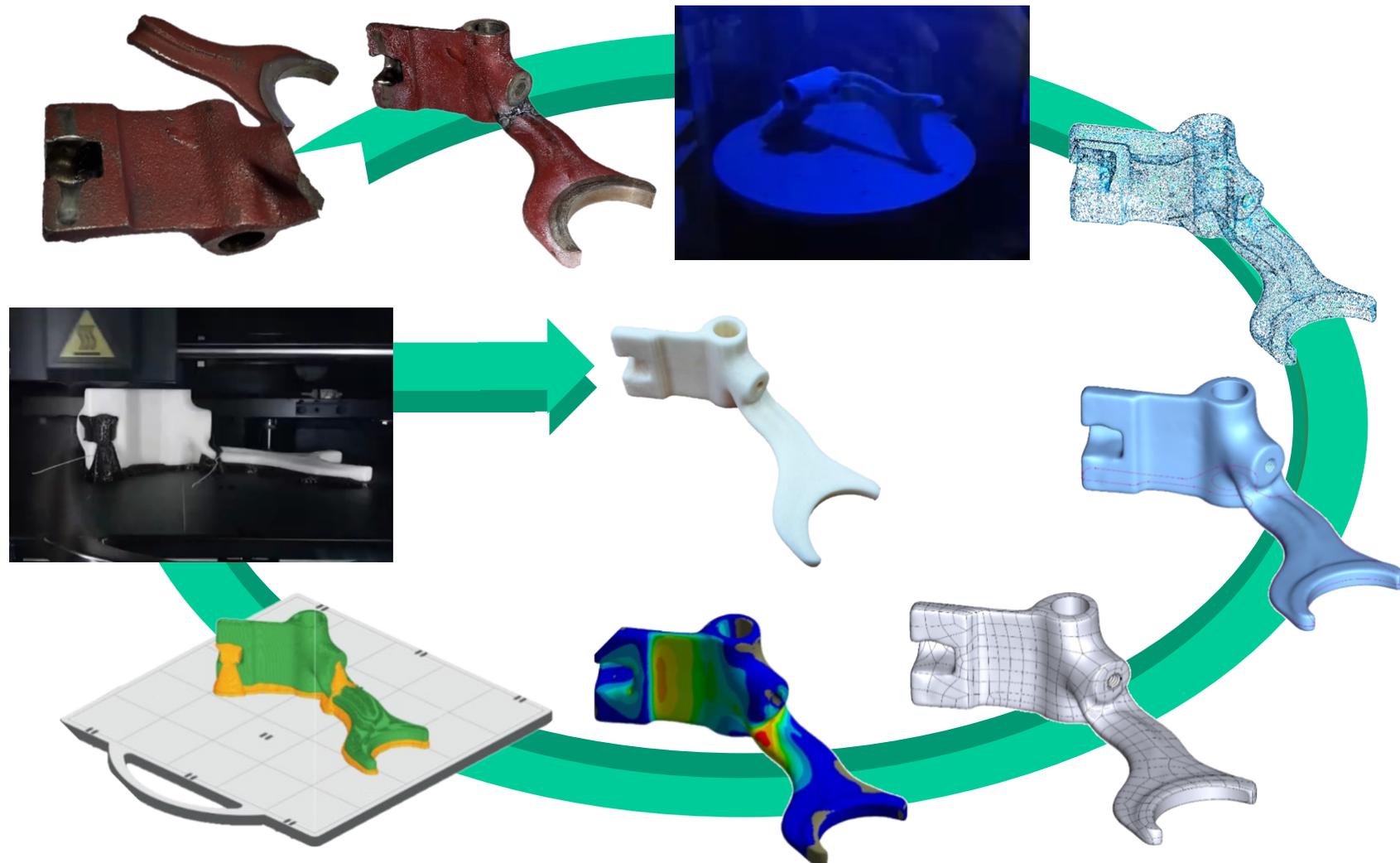
## Ziel:

- methodische, organisatorische und informationstechnische Grundlagen einer effizienten und effektiven Entwicklung von Produkten und Prozessen
- durchgängige Anwendung verschiedener Rechnerwerkzeuge im Produktentstehungsprozess
- Theorie und Praxis der innovativen additiven Fertigungsverfahren
- Methodik der Produktentwicklung, insbesondere der additivgerechten Konstruktion und Funktionsintegration



# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

... von der Idee bis zum fertigen Produkt



# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

Pflichtmodule	ECTS- LP	Trimester
<p><b>CAX-Technologien</b>                      (Groha/Engstler, MB)                      Art der Prüfung: sP-120                      Midterm-Prüfungen</p>	10	HT (6 TWS)/ WT (3 TWS)
Aufbaumodule	ECTS- LP	Trimester
<p><b>Methoden in der Produktentwicklung</b>                      (Koch, LRT)                      Art der Prüfung: sP-90</p>	5	HT (6 TWS)
<p><b>Entwicklungsmanagement</b>                      (Koch., LRT)                      Art der Prüfung: sP-90</p>	5	WT (6 TWS)

# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

---

## Pflichtmodul: CAx-Technologien (MB)

### Inhalt

- Einsatz moderner Rechnerwerkzeuge in der Produktentstehung: CAD, CAE, ERP/PPS, CAP, CAM, PDM, SCM
- Methoden der Produktionsplanung: Fabrikplanung und Auftragsplanung und –steuerung
- Additive Fertigung („3D-Druck“) zur Unterstützung der Produkt- und Prozessentwicklung

### Vorkenntnisse

- Ingenieurmäßige Denkweise, offen und kreativ
- Kenntnisse aus den Bereichen CAD, Fertigungsverfahren, Produktionsautomatisierung und Betriebswirtschaftslehre hilfreich, jedoch keine Voraussetzung

### Prüfung: sP-120

Erlaubte Hilfsmittel für die schriftliche Prüfung: Vorlesungsskript und Taschenrechner; Referat im HT und Praktikumsbericht im WT zählen mit (Midterm-Prüfungen).

# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

---

## Aufbaumodul: Methoden in der Produktentwicklung (LRT)

### Inhalt

- Methoden der Entwicklung: kreative Ideen entwickeln und umsetzen
- Grundlagen für ein strukturiertes Herangehen zur Lösungsfindung bei komplexen Entwicklungsaufgaben

### Vorkenntnisse

Ingenieurmäßige Denkweise, offen und kreativ

### Prüfung: sP-90

Erlaubte Hilfsmittel: einseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt

# Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

---

## Aufbaumodul: Entwicklungsmanagement (LRT)

### Inhalt

Operatives Entwicklungsmanagement – Organisation der Entwicklung:  
Technologie- und Innovationsmanagement, Variantenmanagement,  
Prozessmanagement

### Vorkenntnisse

Ingenieurmäßige Denkweise, offen und kreativ

### Prüfung: sP-90

Erlaubte Hilfsmittel: einseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt

# Wahlpflichtmodule

# Wahlpflichtmodule

---

## Ziele und Inhalte:

- Vertiefung von einzelnen Aspekten nach eigenem Interesse oder
- Erweiterung des Wissenshorizontes
- Vorrangig technische Studienfächer
- Nur Fächer aus dem Master
- Insgesamt 9 ECTS

# Wahlpflichtmodule

---

## Wo finde ich WPM?

- Katalog der Wahlpflichtmodule  
(Intranetseiten Master CAE)
- Modulhandbücher der Fakultäten EIT, LRT, INF  
(Module, die nicht im CAE-Katalog gelistet sind, müssen von der Prüfungskommission genehmigt werden)
- ACHTUNG:  
Stundenplanüberschneidungen sind unvermeidbar!  
Darum bei der Planung immer eine Variante  
„B“ vorsehen, Stundenplan vom letzten Jahr kann als  
Orientierung dienen

# Wahlpflichtmodule

---

## Anmeldung

### •**Wo findet die Anmeldung statt?**

- Im Prüfungsamt bei Frau Heitjans
- Bei Fächern aus LRT, EIT, INF: zusätzlich bei den Dozenten

### •**Zeitraum:**

Gemeinsam mit der Anmeldung zu den Vertiefungen

# Wahlpflichtmodule

---

## Sonderfall: Studienarbeit

- Im Normalfall innerhalb der vorlesungsfreien Zeit; kann aber auch während der Trimester stattfinden
- Umfang: 6 ECTS  $\approx$  4,5 Wochen Vollzeit Bearbeitungszeit, wenn die Arbeit während des Vorlesungsbetriebs durchgeführt wird: max. 3 Monate
- Themen: Auf den Internetseiten der Professoren, Linksammlung auf <https://www.unibw.de/cae/themen-fuer-wissenschaftliche-arbeiten>
- Anmeldung über Formular (unibw.de/cae)
- Letzte Anmeldemöglichkeit: Ende des Herbsttrimesters (Dezember), damit Fertigstellung vor Beginn der Masterarbeit abgeschlossen ist.
- Letzter Abgabetermin (ohne Verlängerung): 28. Februar

# Kontakt

## Kontaktadressen Studiengang CAE

---

### **Prof. Dr. Norbert Oswald**

**Studiengangsbeauftragter und Vorsitzender der  
Studiengangskommission CAE**

Telefon: +49-(0)89-6004-3863

Email: [Norbert.Oswald@unibw.de](mailto:Norbert.Oswald@unibw.de)

### **Prof. Dr.-Ing. Ralf Späth**

**Vorsitzender der Prüfungskommission CAE**

Telefon: +49-(0)89-6004-3330

Email: [Ralf.Spaeth@unibw.de](mailto:Ralf.Spaeth@unibw.de)

### **Katharina Schaefer M.A.**

**Studiengangskoordinatorin**

Telefon: +49-(0)89-6004-3106

Email: [K.Schaefer@unibw.de](mailto:K.Schaefer@unibw.de)

### **Tereza Heitjans**

**Prüfungsamt**

Telefon: +49-(0)89-6004-3066

Email: [tereza.heitjans@unibw.de](mailto:tereza.heitjans@unibw.de)

→ **Homepage des Master-  
Studiengangs CAE:**

[www.unibw.de/cae](http://www.unibw.de/cae)