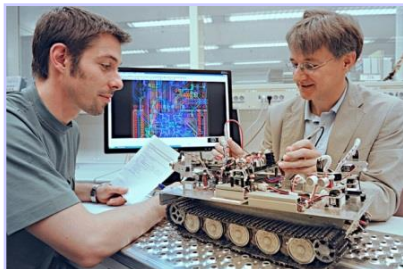


Information zur Wahl der Vertiefungen

im integrativen Master-Studiengang

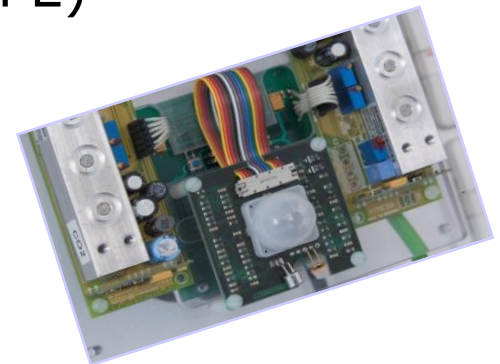
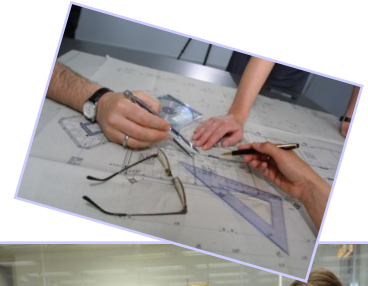
Computer Aided Engineering (CAE)

im HAW-Bereich der Universität der
Bundeswehr München



Gliederung

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



Ingenieurwissenschaftliche Vertiefungen

- Rechnergestützte Produktentstehung

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

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

MB	LRT	EIT
----	-----	-----
- Electronic Design Automation

ETTI	EIT
------	-----
- Wireless Communications

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

ETTI	INF
------	-----

Teilnehmerbegrenzungen

Vertiefung	TN-Grenze
Autonome Intelligente Systeme (AIS)	32
Computational Engineering (CE)	40
Electronic Design Automation (EDA)	32
Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)	48
Simulations- und Versuchstechnik (SV)	42
Wireless Communications (COM)	25

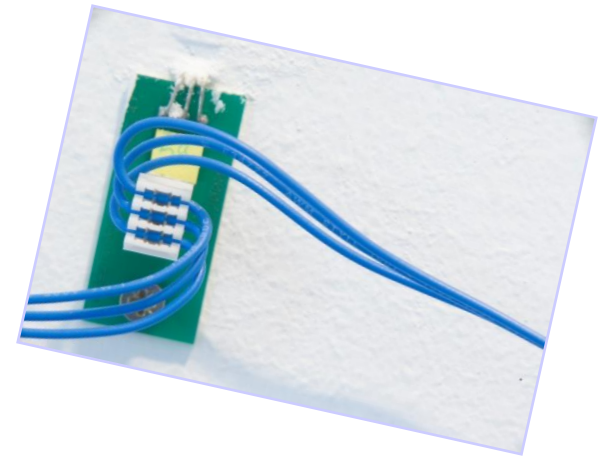
Mögliche Kombinationen

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

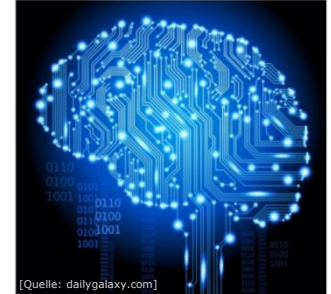
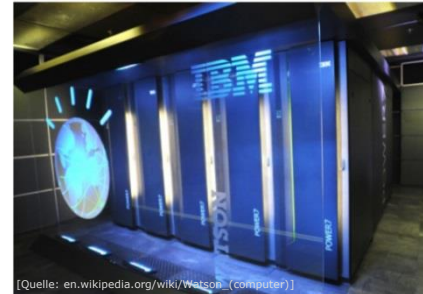
Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Kontakt: norbert.oswald@unibw.de

Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Autonome intelligente Systeme – AIS

- sind Softwareagenten oder Roboter und Softwareagenten
- zeichnen sich im Allgemeinen durch die Fähigkeiten aus, sich in einer dynamischen Umgebung zurechtzufinden, auftretende Probleme selbständig zu lösen und zielgerichtet zu handeln
- benötigen kognitive Fähigkeiten zur Problemlösung, Entscheidungsfindung, Planung, zum Lernen etc., jeweils basierend auf Wissen
- verfügen über sensomotorische Fähigkeiten zur Steuerung und Kontrolle von Handlungsabläufen basierend auf Wahrnehmung



Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Ziel

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

Inhalte

- Grundlagen sensomotorischer Systeme: Aufbau, Technologie und Nutzung unterschiedlicher Sensor- und Robotersysteme
- Algorithmische Geometrie und Robotik: Techniken zur Lösung algorithmischer Problemstellungen wie beispielsweise Wegeplanung oder Kollisionsvermeidung sowie konkrete Umsetzung der Techniken im Rahmen eines Roboterprojektes
- Semantische Technologien: Repräsentation von Wissen, Reasoning und maschinelle Inferenz, Entscheidungsfindung bei unsicherem Wissen, Reinforcement Learning und einen Einblick in Deep Learning

Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Voraussetzungen

- Grundkenntnisse in der Logik (wie in BA-Studium TIKT bzw. WT):
Aussagenlogik und Resolution; Syntax & Semantik der Prädikatenlogik
(Literaturempfehlung z.B.
U. Schöning, Logik für Informatiker, Kap. 1 und Kap. 2.1, Springer, 2000)
- Kenntnisse grundlegender Datenstrukturen und Algorithmen: Listen,
Bäume, Graphen, Such- und Sortierverfahren, Komplexitätsanalyse
(Literaturempfehlung z.B.
R. Güting & S. Dieker, Datenstrukturen und Algorithmen, Kap. 1-6, Springer, 3.Ed., 2004
oder
T. Ottmann & P. Widmayer, Algorithmen und Datenstrukturen, Spektrum, 5. Ed., 2012)
- Kenntnisse in einer Programmiersprache

Autonome Intelligente Systeme (AIS)

Aufbau und Modulprüfungen:

Modul	ECTS-LP	Verteilung
Semantische Technologien (Oswald, ETTI) Art der Prüfung: schriftl. (90min) oder Referat (45min) oder mündl. (30min)	5	HT
Grundlagen sensomotorischer Systeme - Robotersysteme (Baumann, ETTI) - Sensorsysteme (Görl, ETTI) Art der Prüfung: schriftl. (90min) oder Referat (45min) oder mündl. (30min)	5 - 2 - 3	HT
Algorithmische Geometrie und Robotik - Algorithmische Geometrie (Minas, INF) Art der Prüfung: schriftlich (60min) oder mündlich (30min) - Robotik (Englberger, ETTI) Art der Prüfung: Studienarbeit (mit bis zu 8 bewerteten Meilensteinen)	10 - 6 - 4	WT
SUMME	20	HT: 10 WT: 10

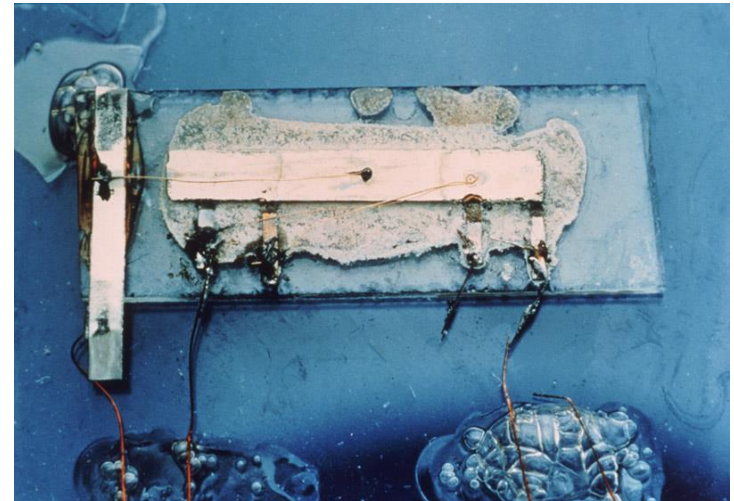
Electronic Design Automation (EDA)

Kontakt: thomas.latzel@unibw.de

Electronic Design Automation (EDA)

- Erste integrierte Schaltung

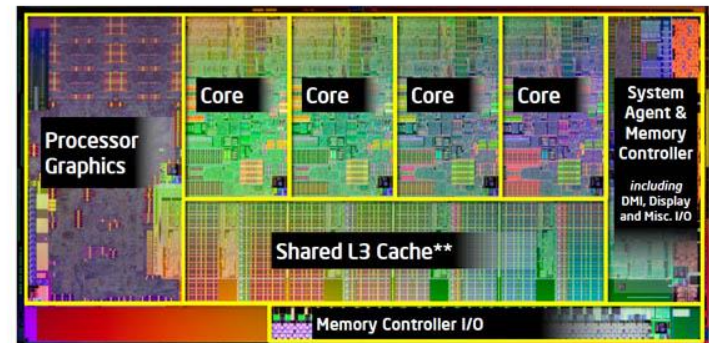
Texas Instruments 12.09.1958



- Heute: 1Milliarde Transistoren auf einem einzigen Chip



2nd Generation Intel® Core™ Processor: New Architecture



Electronic Design Automation (EDA)

Ziele und Inhalte:

- Einführung EDA / Technologie integrierter Schaltungen:
 - Algorithmen und Verfahren für den rechnergestützten Entwurf integrierter Schaltungen und Systeme
 - Herstellungsverfahren zur Herstellung integrierter Schaltungen
- System on a Chip:
 - Implementierung von komplexen digitalen Systemen in einem FPGA.
 - Codesign von Hardware (Prozessor und Peripherie) und Software.
 - Durchführung eines SoC-Projekts.
- Simulationstechnik, VLSI und Schaltungssimulation:
 - Entwurf und Analyse von digitalen und analogen Schaltungen
 - Eigenschaften, Realisierungsmöglichkeiten, Entwurfskriterien, Dimensionierung, Optimierung
 - Simulationspraktikum

Electronic Design Automation (EDA)

Voraussetzungen:

- Verständnis und Interesse für Algorithmen
- Kenntnisse in der Programmiersprache C und über ein Embedded System (Aufbau und Programmierung).
- Wünschenswert sind Grundkenntnisse der Hardwarebeschreibungssprache VHDL.
- Grundkenntnisse zu elektronischen Bauelementen und zur Schaltungstechnik

Electronic Design Automation (EDA)

Aufbau und Modulprüfungen:

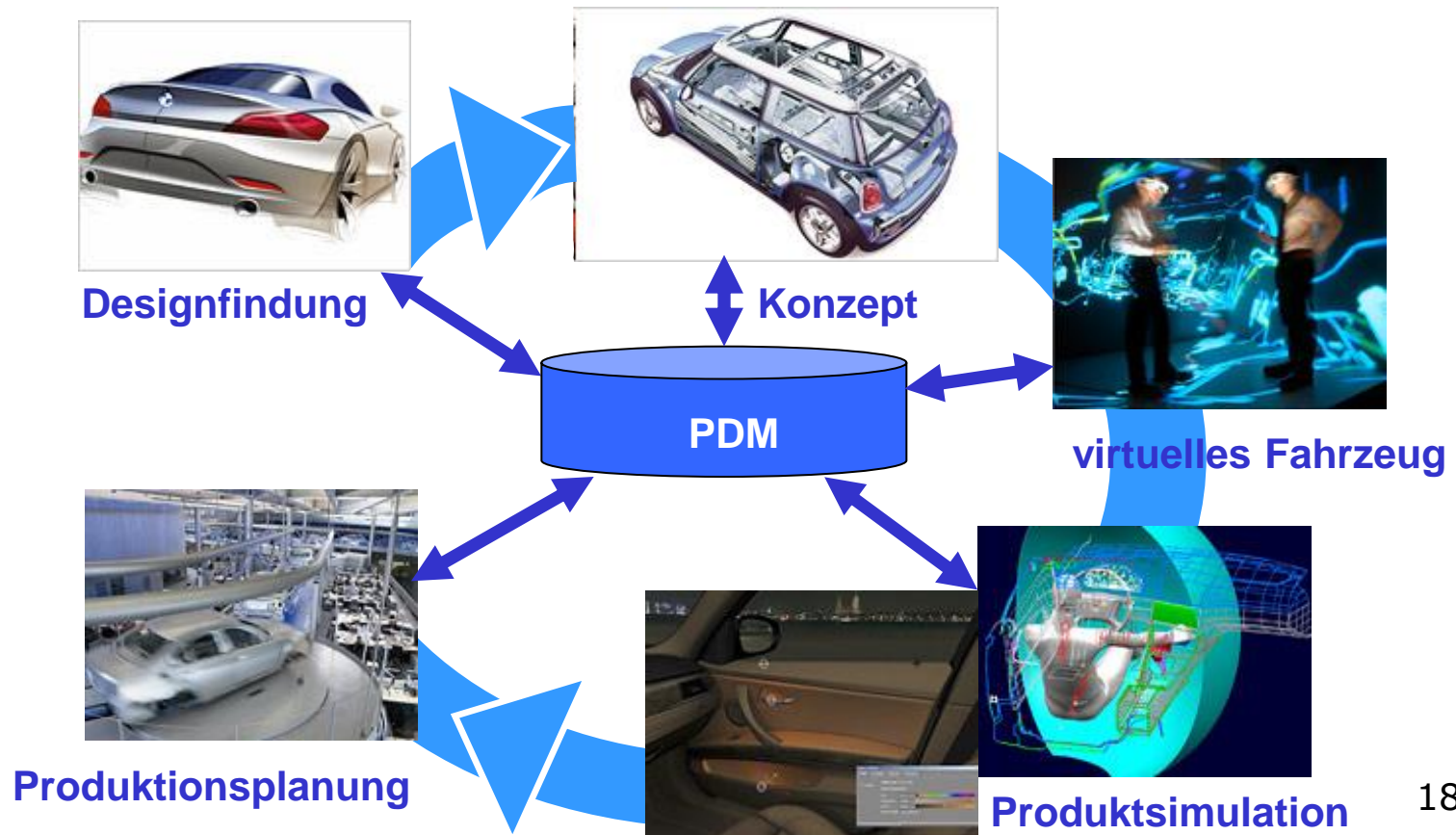
Modul	ECTS-LP	Verteilung
Einführung EDA/ Technologie integrierter Schaltungen (Heinitz, ETTI) <i>Art der Prüfung: mündlich</i>	5	HT
System on a Chip (Englberger, ETTI) <i>Art der Prüfung: Studienarbeit mit bis zu 8 bewerteten Meilensteinen</i>	5	HT
Simulationstechnik, VLSI und Schaltungssimulation (Kraus, EIT) <i>Art der Prüfung: schriftlich</i>	10	WT
SUMME	20	HT: 10 WT: 10

Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

Kontakt: vesna.nedeljkovic-groha@unibw.de

Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

Integration und durchgängige Anwendung verschiedener Rechnerwerkzeuge in Produktentstehungsprozessen



Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

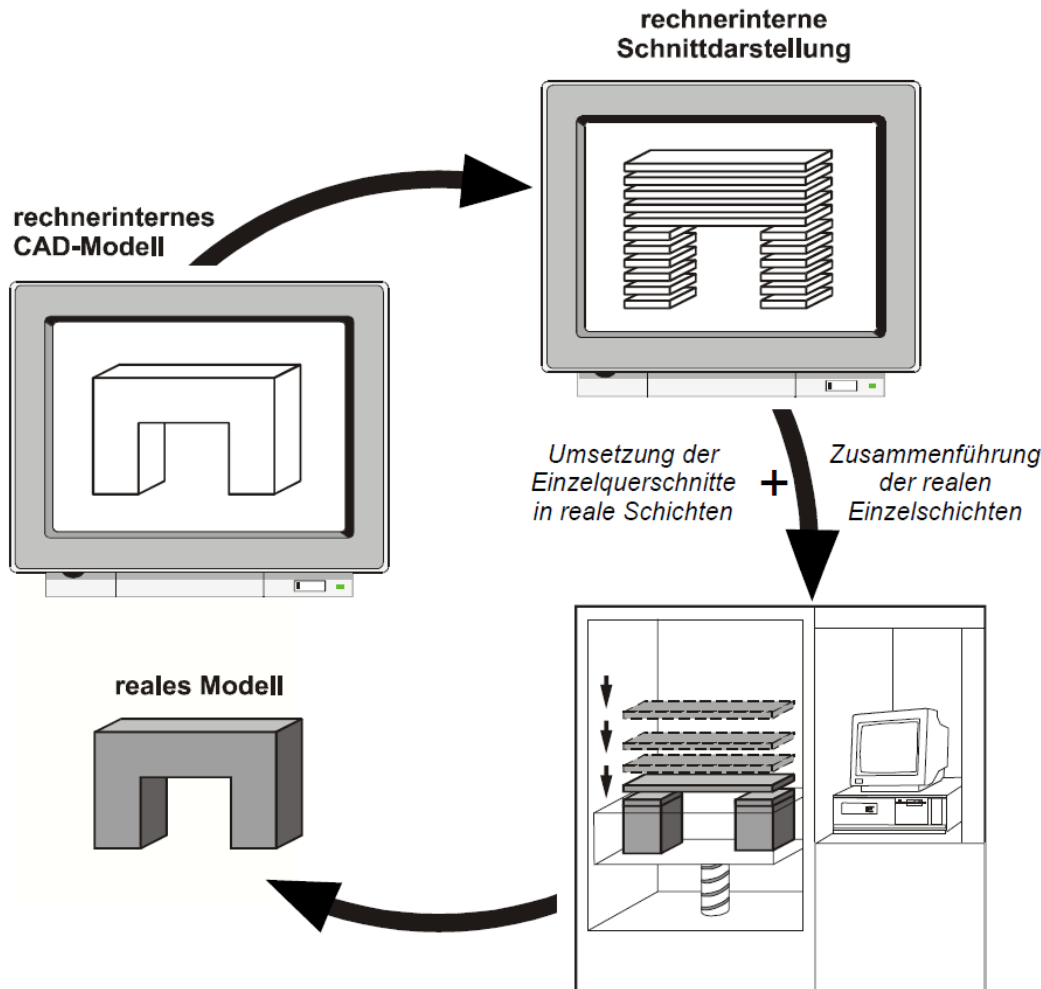
Ziel

- vertiefte Kenntnisse über die methodischen, organisatorischen und informationstechnischen Grundlagen einer effizienten und effektiven Entwicklung von Produkten und Prozessen

Inhalte

- Einsatz moderner Rechnerwerkzeuge in der Produktentstehung: CAD, CAE, ERP/PPS, CAP, CAM, PDM, SCM
- Methoden der Entwicklung: kreative Ideen entwickeln und umsetzen
- Methoden der Produktionsplanung: Fabrikplanung und Auftragsplanung und -steuerung
- Additive Fertigung („Rapid Prototyping“) zur Unterstützung der Produkt- und Prozessentwicklung
- Operatives Entwicklungsmanagement – Organisation der Entwicklung: Technologie- und Innovationsmanagement, Variantenmanagement, Prozessmanagement

Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)



Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

Voraussetzungen

- Ingenieurmäßige Denkweise, offen und kreativ
- Kenntnisse aus den Bereichen CAD, spanende Fertigungsverfahren, Produktionsautomatisierung sowie Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure sind für das Verständnis der Materie hilfreich, jedoch keine Voraussetzung.

(Literaturempfehlung: am einfachsten die entsprechenden Vorlesungsskripte der Fakultät für Maschinenbau auf dem Dokumentenserver)

- Die Beispiele in den Vorlesungen/Übungen/Praktika sind maschinenbaulastig, da Dozentinnen und Dozenten aus diesem Gebiet kommen, jedoch für Ingenieure verständlich.

Rechnergestützte Produktentstehung (RPE)

Aufbau und Modulprüfungen

Modul	ECTS-LP	Verteilung
CAX-Technologien -CAD/Rechnerintegr. Produktion (N.N./Groha, MB) -Integrierte Produktionsplanung (Groha, MB) -Rapid Prototyping (Groha, MB) -CAX-Praktikum (Groha, MB) Art der Prüfung: schriftlich (120 min)	10 (3) (4) (2) (1)	HT/WT 7 im HT und 3 sowie Prüfungsvorbereitung im WT
Methoden in der Produktentwicklung (Paetzold, LRT) Art der Prüfung: schriftlich (90 min)	5	HT
Produkt- und Innovationsmanagement (Paetzold, LRT) Art der Prüfung: schriftlich (90 min)	5	WT
SUMME	20	HT: 12 WT: 8

Computational Engineering (CE)

Kontakt: stefan.lecheler@unibw.de

Computational Engineering (CE)

Ziel

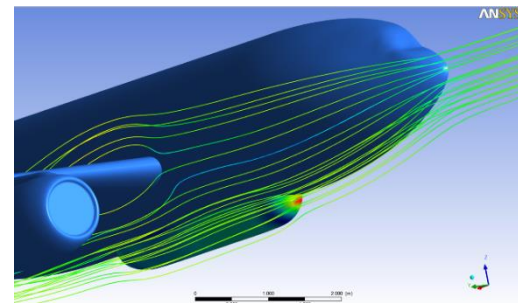
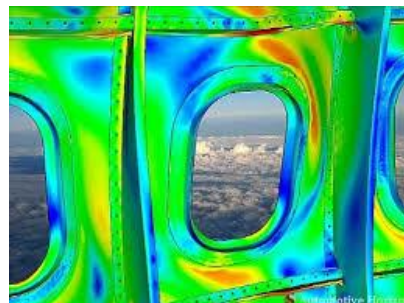
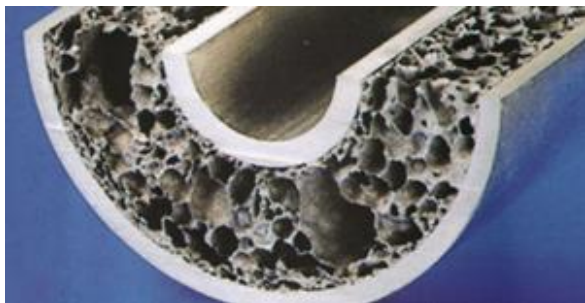
Entwicklung kostengünstiger und zuverlässiger neuer Produkte auf dem Computer

Inhalt

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

Voraussetzungen

Kenntnisse der Ingenieurmathematik, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Technische Mechanik



Computational Engineering (CE)

Aufbau und Modulprüfungen

Modul	ECTS-LP	Verteilung
Materialmodelle und Numerik (Johlitz LRT, Görl ETTI) <i>Art der Prüfung: mündlich 30 min</i>	5	HT
Strukturberechnung I (Späth, MB) <i>Art der Prüfung: schriftlich 90 min</i>	5	HT
Strukturberechnung II (Lion LRT) <i>Art der Prüfung: mündlich 30 min</i>	5	WT
Strömungsberechnung (Lecheler, MB) <i>Art der Prüfung: schriftlich 90 min</i>	5	WT
SUMME	20	HT: 10 WT: 10

Computational Engineering (CE)

Module und Fächer

Materialmodelle und Numerik

- Experimentelle Methoden und Materialmodellierung
- Computernumerik

Strukturberechnung I

- Grundlagen der linearen Finite-Elemente-Methode FEM
- FEM-Praktikum

Strukturberechnung II

- Nichtlineare FEM
- Rechnerpraktikum Nichtlineare FEM
- Einführung in die Kontinuumsmechanik

Strömungsberechnung

- Numerische Strömungsberechnung Vorlesung
- Numerische Strömungsberechnung Computerübungen

Computational Engineering (CE)

Besonderheiten

- Verbindung von Theorie, Experimenten und Computerberechnungen
- Anwendung von modernen Simulationsprogrammen wie Altair Hypermesh (FE), ANSYS-FEM, ANSYS-CFX für die Auslegung von Strukturen und Strömungen
- Kennenlernen des typischen Arbeitsfelds eines Entwicklungsingenieurs



Wireless Communications (COM)

**Kontakt: andreas.knopp@unibw.de
und petra.weitkemper@unibw.de**

Wireless Communications - COM

Ziel

- Vermittlung fundierter Kenntnisse über alle wichtigen Aspekte moderner, störsicherer Funkkommunikationssysteme

Inhalte

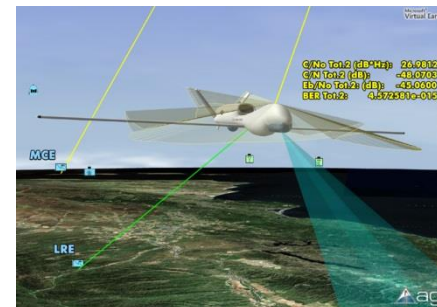
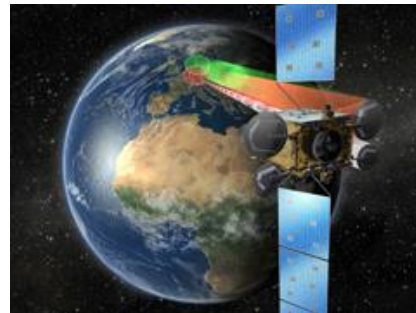
- Physikalische und statistische Modellierung des Funkkanals
- Moderne Übertragungsverfahren für sichere und breitbandige Links
 - Moderne Verfahren der Kanal- und Quellencodierung
 - Empfängerstrukturen und moderne Antennentechniken
 - Schätzung von Signalparametern und Synchronisationsverfahren
- Realisierungsbeispiele (physical layer) aktueller Systeme
- Eigenschaften und Auswirkungen von verschiedenen Störern
- Entwurf von störresistenten Verfahren, z.B. Spread-Spectrum



Wireless Communications - COM

Voraussetzungen

- Grundlagen stochastischer Prozesse
- Grundlagen elektromagnetischer Wellen
- Spektraltransformation (Fourier, DFT)
- Eigenschaften und Beschreibung von Kenngrößen für Signale und Systeme der Nachrichtentechnik (z.B. Impulsantwort, Übertragungsfunktion, Leistung, SNR)
 - Kommunikationskanäle und Rauschstörungen
 - Digitale Basisbandübertragung (Korrelationsfilter, Impulsinterferenzen, Nyquist-Bandbreite)
 - Digitale Modulationsverfahren und deren Bewertung
 - Grundlagen der Kanalcodierung (Coderate, Kanalkapazität)



Wireless Communications - COM

Sonstige Hinweise:

- Weiterführende WPM auf Basis der COM Vertiefung sind z.B.
 - Satellitennavigation und Satellitenkommunikationssysteme
 - Bildverarbeitung
 - Mobilkommunikation / Mobilfunksysteme
- Sinnvolle Ergänzungen der Grundlagen sind WPM zu
 - Simulationssoftware MATLAB
 - Antennen und deren Applikationen
 - Digitale Signalverarbeitung
- Besonderheit der Vertiefung sind
 - direkter Bezug zu militärischen Kommunikations- und Führungsinformationssystemen, d.h. erworbene Kenntnisse sind im militärischen Alltag für viele Dienstteilbereiche sofort anwendbar, z.B. Eloka, Fm, Aufklärung, aber auch im BAAINBw
 - Möglichkeiten für praxisnahe Masterarbeiten im Rahmen von Projekten in Zusammenarbeit mit der Bw und anderen BOS

Wireless Communications - COM

Aufbau und Modulprüfungen:

Modul	ECTS-LP	Verteilung
Transmission Techniques for Wireless Channels (Weitkemper & Riederer, EIT und ETTI) Art der Prüfung: schriftlich 90 min (eine Prüfung)	5	HT
Robuste Übertragungsverfahren - Moderne Methoden der Signalübertragung (Knopp, EIT) - Übertragungssicherheit (Lankl & Lindenmeier, EIT) Art der Prüfung: schriftlich, 45 min UeSi, 45 min MMSÜ	5 - 2 - 3	HT
Kanal- und Quellencodierung (Graf, ETTI) Art der Prüfung: schriftlich, 90 min	5	WT
Informationsübertragungssysteme - Parameterschätzung und Synchronisation (Knopp, EIT) - Übertragungssysteme der Hochfrequenztechnik (Lindenmeier, EIT) Art der Prüfung: schriftlich, 45 min ParamSync, 45 min HF	5 - 2 - 3	WT
SUMME	20	HT: 10 WT: 10

Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Kontakt: guenther.loewisch@unibw.de

Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Ziele und Inhalte:

- Komplexe Maschinen lassen sich nicht nur am Reißbrett entwickeln.
- Im Allgemeinen wird das Verhalten der Anlage experimentell oder durch Simulationsrechnung überprüft.
- Die Vertiefung stellt Werkzeuge für die Simulationsrechnung und für die Durchführung von Experimenten vor.

Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Fahrzeugdynamik

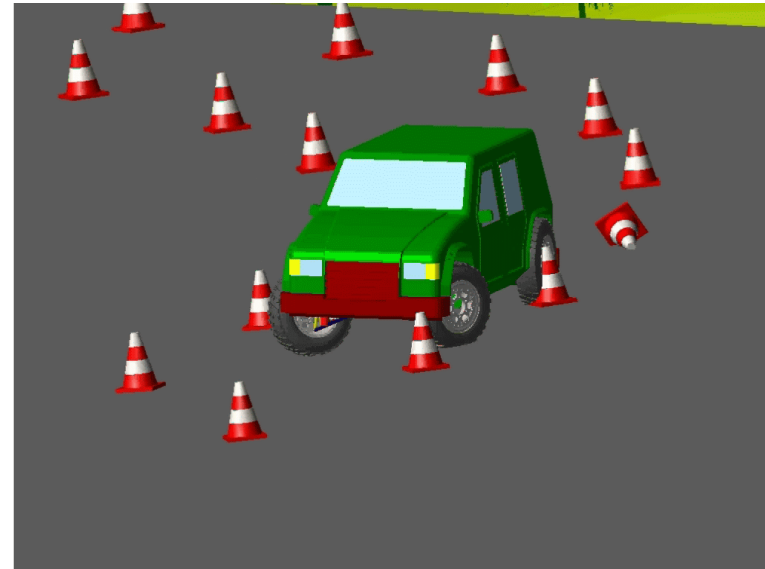
- Vertikal-, Quer- und Längsverhalten von Kraftfahrzeugen
- Berechnungsmodelle
- Praktikum

Prozesssimulation

- Kenntnis und Fähigkeit zur Modellierung technischer Systeme
- Physikalische Modellbildung
- Komponentenbasierte Simulation
- Num. Integration & Solvetechniken
- Simulationsprogramme: Modelica, Recurdyn

Voraussetzungen:

- Grundlagenfächer aus CAE
- Technische Mechanik, Schwingungslehre, Grundl. der E-Technik, Thermodynamik ...



Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Experimentaltechnik

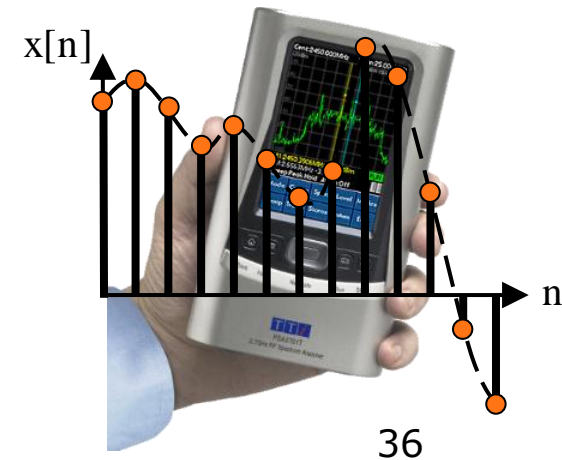
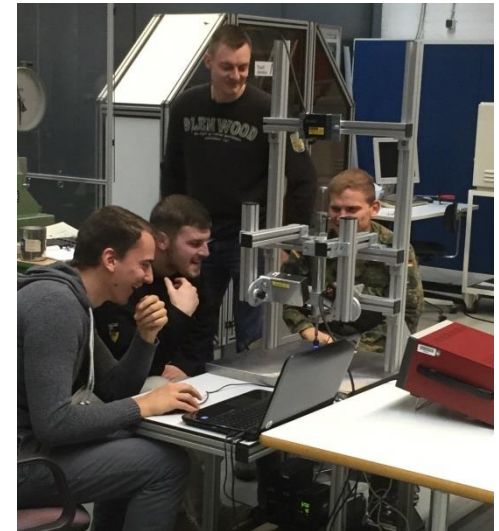
Learning by Doing: 5-10 Studierende machen ein größeres Experiment

Digitale Signalverarbeitung

- Minimale Abtastfrequenz
- Signalveränderung durch Wandlung und weitere Verarbeitung

Voraussetzungen

- Statistik, Komplexe Zahlen, Fouriertransf.
- Kenntnisse in Matlab helfen
- Messdatenerfassung und -auswertung
- Je nach Versuch: Technische Mechanik, Physik, Thermodynamik ...
- Projektmanagement



Simulations- und Versuchstechnik (SV)

Aufbau und Modulprüfungen:

Modul	ECTS-LP	Verteilung
Experimentaltechnik (Lecheler, MB) Art der Prüfung: <i>Gemeinsames Projekt</i>	5	HT/WT 3 im HT und 2 im WT
Digitale Signalverarbeitung (Stäude, EIT) Art der Prüfung: <i>schriftliche Prüfung</i>	5	WT
Fahrzeugdynamik (Lion, LRT) Art der Prüfung: <i>mündliche Prüfung</i>	5	HT
Prozesssimulation (Faßbender, Waldruff, MB) Art der Prüfung: <i>schriftliche Prüfung</i>	5	HT/WT 3 im HT und 2 im WT
SUMME	20	HT: 11 WT: 9

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 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

- Anmeldung:
Im Prüfungsamt bei Herrn Khan
Bei Fächern aus LRT, EIT, INF: zusätzlich bei den
Dozenten
- Zeitraum:
Ca. 2 Wochen vor und nach Trimesterbeginn
(Um ein Ummelden zu ermöglichen)

Wahlpflichtmodule

Sonderfall: Studienarbeit

- Im Normalfall innerhalb der vorlesungsfreien Zeit; kann aber auch während der Trimester stattfinden
- Umfang: 6 ECTS \approx 4,5 Wochen Vollzeit
- Themen: Auf den Internetseiten der Professoren, Linksammlung auf unibw.de/cae
- Anmeldung über Formular (unibw.de/cae)
- Letzte Anmeldemöglichkeit: Ende des Herbsttrimesters (Dezember), damit Fertigstellung vor Beginn der Masterarbeit abgeschlossen ist.
- Allerletzter Abgabetermin: 28. Februar

Auslandsaufenthalt

Auslandsaufenthalt

1. Informieren

- Voraussetzungen (Website Auslandsbüro)

2. Themenfindung und Betreuung der Arbeit

- Mögliche(n) Themenbereich(e) überlegen
- Gespräche mit möglichen Betreuern an der UniBwM

3. Auslandskontakte

- Vermittlung durch Betreuer
- Auslandsbeauftragter der Fakultät (Prof. Groos/Waldraff)
- Auslandsbüro (Liste möglicher Partnerunis auf Website)
- Eigeninitiative

Auslandsaufenthalt

4. Bewerbungsmodalitäten

- Zusammenstellen der Bewerbungsunterlagen nach den Angaben auf der Website des Auslandsbüros

5. Bewerbungsfrist

- Einreichung der Bewerbungsunterlagen bis 31. Oktober (jeweils für das folgende Kalenderjahr)

Website Auslandsbüro:

www.unibw.de/internationales/auslandsbuero

Auslandsaufenthalt

Mögliche Partnerhochschulen:

BRASILIEN: EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

FINNLAND: University of Eastern Finland

FRANKREICH : École de l'Air , ENSEA – École Nationale Supérieure de l'Électronique et de ses Applications, ENSTA Bretagne – École Nationale Supérieure de Techniques Avancées , ISEP – Institut Supérieur d'Électronique de Paris

LITAUEN: KTU – Kauno Technologijos Universitetas

POLEN: Politechnika Wroclawska (TU Breslau)

SPANIEN: Mondragon Unibertsitatea , Universidad de Vigo , Universitat Ramon Llull/La Salle Campus, Barcelona , UPC – Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

TÜRKEI: Middle East Technical University, Ankara , OKAN University, Istanbul

USA: Naval Postgraduate School, Monterey, Kalifornien (*sehr limitierte Platzzahlen*), Norwich University, Northfield, Vermont, United States Military Academy, West Point, New York

Weitere Infos: www.unibw.de/internationales/partnerhochschulen

Bitte beachten Sie, dass der Kontakt mit Partnerhochschulen in der Regel über das Auslandsbüro erfolgen sollte bzw. in enger Absprache mit dem Auslandsbüro.

Kontakt

Kontaktadressen Auslandsaufenthalt

Ansprechpartnerin Auslandsbüro:

Melina Rosa Saur, M.A. (Koordinatorin Outgoing)

Tel: +49 89 6004 2524

E-Mail: Melina.Saur@unibw.de

Sprechzeiten:

Mo & Do 13-15 Uhr, Di 14-16 Uhr, Geb. 38, Raum 0119

Ansprechpartner Fakultät ETTI:

Prof. Dr. Gerhard Groos

Telefon: +49-(0)89-6004-2019

Email: Gerhard.Groos@unibw.de

Ansprechpartner Fakultät MB:

Prof. Dr.-Ing. Walter Waldraff

Telefon: +49-(0)89-6004-3214

Email: Walter.Waldraff@unibw.de

Kontaktadressen Studiengang CAE

Prof. Dr. Norbert Oswald

**Studiengangsbeauftragter und Vorsitzender der
Studiengangskommission CAE**

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

Email: Norbert.Oswald@unibw.de

Prof. Dr.-Ing. Günther Löwisch

Vorsitzender der Prüfungskommission CAE

Telefon: +49-(0)89-6004-3126

Email: Guenther.Loewisch@unibw.de

Katharina Schaefer M.A.

Studiengangskoordinatorin

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

Email: K.Schaefer@unibw.de

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

www.unibw.de/cae