

# Modulhandbuch

Master Cyber Physical Systems

Erstellt: 8.6.2026

# Inhaltsverzeichnis

<b>Pflichtbereich</b>	<b>4</b>
CPS Labor-Praktikum	4
Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 1	5
Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 2	6
<b>Pflichtbereich Profil "Informatiker"</b>	<b>7</b>
Höhere Mathematik in Anwendungen des Ingenieurwesens	7
<b>Pflichtbereich Profil "Ingenieure"</b>	<b>8</b>
Datenstrukturen und Algorithmen	8
<b>Vertiefung der Informatik - Profil "Ingenieure"</b>	<b>9</b>
Grundlagen der künstlichen Intelligenz	9
<b>Vertiefung der Informatik - Profil "Ingenieure" und "Informatiker"</b>	<b>10</b>
Cloud, Web & Mobile	10
Compilerbau	11
Distributed Systems	12
Eingebettetes Maschinelles Lernen	13
Elektronische Sensordatenverarbeitung	14
Engineering ML-based Systems	15
Entwurf von digitalen Hardware-Beschleunigern	17
Formale Aspekte der Software-Sicherheit und Kryptographie	18
Fortgeschrittene Themen der Mensch-Computer-Interaktion	19
Interaktive Systeme	21
Internet of Things: Protocols and System Software (auslaufend mit SoSe26)	22
Modellierung nebenläufiger Systeme	23
Pervasive Computing	24
Scientific Visualization	26
Secure Software Systems	27
Software Craftmanship	29
<b>Wahlpflichtbereich "Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung"</b>	<b>30</b>
Biomechanik	30
Coding Theory	31
Digitale Schaltungstechnik	32
Functional Safety	33
Informationstechnik in der elektrischen Energietechnik	34
Kinematics of Robots and Mechanisms	35
Manipulatorstechnik	36
Quanteninformationstheorie	37
Technische Grundlagen zukünftiger Fahrzeugsysteme	38
<b>Wahlpflichtbereich Profil "Informatiker": "Grundlagen der Ingenieurwissenschaften"</b>	<b>39</b>
Additive Fertigungsverfahren 1	39
Elektrische Messtechnik	40
Elektrische Netzwerke	41
Elektrische und magnetische Felder	42
Nachrichtentechnik	43
Quantenkommunikation	44
Regelungstechnik EIT	45
Schaltungstechnik (Grundlagen elektronischer Schaltungen)	46
Sensorik und Aktuatorik	47
Technische Mechanik 2	48
<b>Wahlpflichtbereich Profil "Ingenieure": "Grundlagen vernetzter Systeme"</b>	<b>49</b>
Rechnernetze und Kommunikationssysteme	49
Sicherheit in Kommunikationsnetzen	50
<b>Wahlpflichtbereich Profil "Ingenieure": "Theoretische Grundlagen der Informatik"</b>	<b>51</b>

Automaten und formale Sprachen . . . . .	51
Logik . . . . .	52
Programmierparadigmen . . . . .	53

# Pflichtbereich

## CPS Labor-Praktikum

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
CPS Labor-Praktikum			
Lehrende			
Prof. Dr. Gregor Schiele, Dr. Claudia Weis, Prof. Dr. Torben Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
P7	WiSe und SoSe	deutsch	10
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Das Praktikum findet in Form einer Reihe von Experimenten statt, die die Studierenden wöchentlich durchführen. Hierzu erhalten sie jeweils eine Aufgabenbeschreibung. Auf die jeweilige Aufgabe bereiten sie sich vorab vor. Dann führen sie das Experiment durch und verfassen einen Ablauf- und Ergebnisbericht.	Duisburg	105	195
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Antestate, Protokolle, Versuchsdurchführung		ZKD 50054	

## Lernziele

Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des wissenschaftlichen Experimentierens vertraut und können moderne ingenieurtechnische Mess- und Entwicklungsmethoden einsetzen. Sie kennen fortgeschrittene Methoden der Softwareentwicklung und können sie zur Entwicklung hardware-naher Anwendungen einsetzen. Sie haben Techniken zur Planung, Durchführung und Dokumentation komplexer wissenschaftlicher Experimente erlernt und können die Ergebnisse einem fachlich vorgebildeten Publikum präsentieren. Die Studierenden können ein Projektvorhaben ausarbeiten und präsentieren. Sie können technische Dokumentation erstellen. Neben der fachlichen Vertiefung an Beispielen dient das Praktikum dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:

- Selbstlernfähigkeit,
- Teamfähigkeit (Arbeit in Kleingruppen),
- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,
- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation

## Beschreibung

Das Labor-Praktikum wird unter Beteiligung aller Informatik-Arbeitsgruppen der Abteilung organisiert. Jede beteiligte Arbeitsgruppe stellt die Ausrüstung für ein Experiment oder eine Entwicklungs-Aufgabe, die dem Arbeitsgebiet der Gruppe entstammt, zur Verfügung. Die Aufgabe soll an höchstens zwei Arbeitstagen erledigt werden können. Jede Aufgabe muss von den Studierenden anhand zur Verfügung gestellter Materialien vorbereitet werden. Vor Start des Versuchs ist ein Antestat bei der Betreuerin oder dem Betreuer zu absolvieren. Ihre Arbeit und ggf. Messergebnisse halten die Studierenden in einem Tagesprotokoll fest, das am Ende des Versuchstags dem Betreuer kurz zu präsentieren ist. Im Nachgang zu jedem Termin erstellen die Studierenden einen Praktikumsbericht. Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen mit 2-3 Studierende.

## Literatur

Individuell für jeden Versuch nach Absprache mit der jeweiligen Betreuerin oder dem Betreuer.

## Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 1

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 1			
Lehrende			
Prof. Dr. Gregor Schiele, Dr. Claudia Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V9	WiSe und SoSe	deutsch	11
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Projekt (15 Wochen je Semester) mit integriertem Seminar	Duisburg	135	195
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Bericht, Präsentation		ZKD 50100	

### Lernziele

Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient das Projekt dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:

- Selbstlernfähigkeit,
- Teamfähigkeit,
- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,
- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation

### Beschreibung

Das Forschungsprojekt ist eine Einheit bestehend aus praktischen Anteilen sowie einem integrierten Seminar. Im praktischen Teil wird ein Hardware-Software-System realisiert, im Seminar ist Raum für theoretische Grundlagen und Erfahrungen im wissenschaftlichen Diskurs. Themen der Forschungsprojekte entstammen dem Gebiet der Cyber Physical Systems mit spezifischen Fragestellungen an der Schnittstelle zwischen Informatik und Ingenieurwissenschaften. Eine Projektgruppe besteht im Allgemeinen aus maximal 12 Studierenden und bearbeitet im Teil 1 (2. FS) über die Dauer der Vorlesungszeit eines Semesters eine abgegrenzte Aufgabenstellung, betreut und begleitet von Lehrenden der Informatik oder einer ingenieurwissenschaftlichen Disziplin. Ziel soll nach Abschluss des Teil 1 ein erster Prototyp des Hardware-Software-Systems sein, der aufbauend auf den Ergebnissen von Teil 1 im Teil 2 weiterentwickelt wird. Die beiden Teile des Forschungsprojekts bauen konsekutiv aufeinander auf. Das Forschungsprojekt trägt zusammen mit der Masterarbeit zur Befähigung zu eigenständigem wissenschaftlichem Arbeiten bei. Unter Anleitung durch wissenschaftliches Personal lernen die Studierenden zunächst, sich neue wissenschaftliche Ergebnisse anzueignen. Danach lernen sie spezifisch im Forschungsprojekt, wie diese Ergebnisse, die oftmals als Konzepte, Spezifikationen, Prä-Algorithmen vorliegen, anwendungsbezogen in konkrete Systeme oder Sub-Systeme umgesetzt werden können. Die Gruppe von Studierenden wird dabei motiviert zu größtmöglicher Selbstständigkeit sowohl bei der Analyse des Problems, der Aufteilung in Teilaufgaben, sowie auch bei der Einarbeitung der Studierenden in die jeweiligen Teilaufgaben, und der abschließenden Fusion der Ergebnisse. Großer Wert wird ebenfalls gelegt auf die zeitbeschränkte, verständliche Präsentation von Zwischen- und Endergebnissen. Selbstlernfähigkeit, Teamfähigkeit, Methoden des Projektmanagements und Kommunikationsfähigkeit (technische Dokumentation und Präsentation) werden über das CPS-Praktikum hinaus weiter vertieft und eingeübt.

### Literatur

Literatur wird individuell von den Lehrenden im Projekt empfohlen und durch selbstständige Recherche der Studierenden ergänzt.

### Voraussetzungen zur Prüfung

Empfohlen wird das CPS-Praktikum vor Beginn des Projekts zu absolvieren.

## Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 2

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 2			
Lehrende			
Prof. Dr. Gregor Schiele, Dr. Claudia Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V9	WiSe und SoSe	deutsch	11
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Projekt (15 Wochen je Semester) mit integriertem Seminar	Duisburg	135	195
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Bericht, Präsentation		ZKD 50110	

### Lernziele

Neben der fachlichen Vertiefung an einem Beispiel dient das Projekt dem Erwerb und der Vertiefung folgender Soft-Skills:

- Selbstlernfähigkeit,
- Teamfähigkeit,
- Anwendung von Methoden des Projektmanagements,
- Kommunikationsfähigkeit: technische Dokumentation und Präsentation

### Beschreibung

Das Forschungsprojekt ist eine Einheit bestehend aus praktischen Anteilen sowie einem integrierten Seminar. Im praktischen Teil wird ein Hardware-Software-System realisiert, im Seminar ist Raum für theoretische Grundlagen und Erfahrungen im wissenschaftlichen Diskurs. Themen der Forschungsprojekte entstammen dem Gebiet der Cyber Physical Systems mit spezifischen Fragestellungen an der Schnittstelle zwischen Informatik und Ingenieurwissenschaften. Eine Projektgruppe besteht im Allgemeinen aus maximal 12 Studierenden und bearbeitet im Teil 1 (2. FS) über die Dauer der Vorlesungszeit eines Semesters eine abgegrenzte Aufgabenstellung, betreut und begleitet von Lehrenden der Informatik oder einer ingenieurwissenschaftlichen Disziplin. Ziel soll nach Abschluss des Teil 1 ein erster Prototyp des Hardware-Software-Systems sein, der aufbauend auf den Ergebnissen von Teil 1 im Teil 2 weiterentwickelt wird. Die beiden Teile des Forschungsprojekts bauen konsekutiv aufeinander auf. Das Forschungsprojekt trägt zusammen mit der Masterarbeit zur Befähigung zu eigenständigem wissenschaftlichem Arbeiten bei. Unter Anleitung durch wissenschaftliches Personal lernen die Studierenden zunächst, sich neue wissenschaftliche Ergebnisse anzueignen. Danach lernen sie spezifisch im Forschungsprojekt, wie diese Ergebnisse, die oftmals als Konzepte, Spezifikationen, Prä-Algorithmen vorliegen, anwendungsbezogen in konkrete Systeme oder Sub-Systeme umgesetzt werden können. Die Gruppe von Studierenden wird dabei motiviert zu größtmöglicher Selbständigkeit sowohl bei der Analyse des Problems, der Aufteilung in Teilaufgaben, sowie auch bei der Einarbeitung der Studierenden in die jeweiligen Teilaufgaben, und der abschließenden Fusion der Ergebnisse. Großer Wert wird ebenfalls gelegt auf die zeitbeschränkte, verständliche Präsentation von Zwischen- und Endergebnissen. Selbstlernfähigkeit, Teamfähigkeit, Methoden des Projektmanagements und Kommunikationsfähigkeit (technische Dokumentation und Präsentation) werden über das CPS-Praktikum hinaus weiter vertieft und eingeübt.

### Literatur

Literatur wird individuell von den Lehrenden im Projekt empfohlen und durch selbstständige Recherche der Studierenden ergänzt.

### Voraussetzungen zur Prüfung

Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 2 baut konsekutiv auf Forschungsprojekt HW/SW Co-Design 1 auf und kann daher erst nach erfolgreichem Abschluss des Teil 1 begonnen werden.

# Pflichtbereich Profil "Informatiker"

## Höhere Mathematik in Anwendungen des Ingenieurwesens

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Höhere Mathematik in Anwendungen des Ingenieurwesens	Höhere Mathematik in Anwendungen des Ingenieurwesens	87-AIM-IW-19-1705	
<b>Lehrende</b>			
Dr. Claudia Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü2	WiSe und SoSe	deutsch	7
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg		
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur oder mündliche Prüfung		ZKD 41794	

### Lernziele

Die Studierenden vertiefen mathematische Verfahren an konkreten Beispielen aus dem ingenieurwissenschaftlichen Alltag und können grundlegende Verfahren der höheren Mathematik auf komplexe, technische Anwendungsfälle übertragen.

### Beschreibung

Die Mathematik-Veranstaltung zeigt die mathematischen Methoden zu klassischen Anwendungsfällen der Ingenieurwissenschaften und berücksichtigt dabei die Besonderheiten, die die mathematische Grundausbildung eines Ingenieurs von der eines Informatikers unterscheidet. Zu den Präsenzterminen werden komplexe ingenieurwissenschaftliche Anwendungsfälle vorgestellt und hinsichtlich der mathematischen Konzepte besprochen. In den Übungen werden die notwendigen Rechentechniken auf Masterniveau eingeübt und vertieft. Begleitend wird in den Übungen die in den Ingenieurdisziplinen verbreitete Analysesoftware MATLAB eingesetzt bzw. alternativ die weitgehend kompatible Open Source Software GNU Octave.

### Literatur

Zum Nachlesen von Grundlagen:

Tilo Arens et al: Mathematik, Springer, DOI 10.1007/978-3-642-44919-2.

Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, mehrere Bände, Springer.

Lothar Papula: Formelsammlung, DOI 10.1007/978-3-8348-2311-3\_2.

Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Büchern zu Physik, Mechanik, Elektrotechnik und weiteren nach Angabe in der Vorlesung zum jeweiligen Thema.

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

# Pflichtbereich Profil "Ingenieure"

## Datenstrukturen und Algorithmen

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Datenstrukturen und Algorithmen	Data Structures and Algorithms	b-m-dsa	
Lehrende			
N.N., Prof. Dr. Jens Krüger			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V4 Ü2	SoSe	deutsch	8
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung mit Folien	Duisburg	90	150
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (100 min.)		ZKD 41008	

### Lernziele

Die Studierenden verstehen grundlegende Datenstrukturen (Listen, Keller, Schlange, Bäume, Graphen, Hashtabellen) sowie Algorithmen (Suchen, Sortieren, Graphalgorithmen) und können deren Komplexität einschätzen. Sie können sinnvolle Datenstrukturen auswählen, implementieren und Algorithmen schrittweise verfeinern und korrektkeits- und effizienzüberlegungen anstellen.

### Beschreibung

Grundlagen der Algorithmenentwicklung, Berechenbarkeits- und Komplexitätstheorie, wichtige Klassen von Datenstrukturen und Algorithmen (Suchen, Sortieren, Graphen), objektorientierte Implementierung.

### Literatur

Robert Sedgewick: Algorithms, Addison Wesley, 1998  
Les Goldschlager, Andrew Lister: Computer Science - A Modern Introduction, Prentice Hall, 1987  
Bertrand Meyer: Object-Oriented Software Construction, Prentice Hall, 1997

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

# Vertiefung der Informatik - Profil "Ingenieure"

## Grundlagen der künstlichen Intelligenz

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Grundlagen der künstlichen Intelligenz		Foundations of Artificial Intelligence	b-m-gki
Lehrende			
Dr. Gerald Kämmerer			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	5
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
keine explizite Angabe, Vorlesung + Übung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (120 min.)		ZKD 30003	

### Lernziele

Verständnis von Grundlagen und Modellen der KI, Problemrepräsentation, Suchverfahren, Machine Learning Basics, probabilistische Modelle, Anwendungen.

### Beschreibung

Geschichte und Definition von KI, Agenten, Suche (uninformierte, informierte, lokale), Ungewissheit, probabilistische Modelle, Klassifikation, Clustering, Regression, Evaluierung, Anwendungen (Sprache, Bild).

### Literatur

Stuart J. Russell, Peter Norvig: Künstliche Intelligenz. Ein moderner Ansatz.

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

# Vertiefung der Informatik - Profil "Ingenieure" und "Informatiker"

## Cloud, Web & Mobile

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Cloud, Web & Mobile		Cloud, Web & Mobile	87-AIM-VV-19-1210
Lehrende			
Prof. Dr. Torben Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKD 50056	

### Lernziele

Die Studierenden verstehen Architekturen und Algorithmen, die es einem Rechenzentrums-Betreiber erlauben hoch- skalierbare und verlässliche Anwendungen auf Rechner Clustern auszuführen. Sie können Anwendungen entwickeln, welche auf solchen Plattformen ausgeführt werden können. Die Studierenden wissen, wie Abrechnungsmodelle/Kostenmodelle für Cloud-Computing aussehen und welche Arten von Anwendung sich hierfür eignen. Sie besitzen Kenntnisse über Front-End Technologien, welche die Cloud-Anwendungen Endnutzern zugänglich machen, z.B. Web Technologien oder mobile Anwendungen.

### Beschreibung

In dem Modul werden theoretische und praktische Aspekte des Cloud-Computing betrachtet. Dabei werden sowohl die verschiedenen Bereitstellungsmodelle (Dinge „as a Service“), als auch zugrundeliegende Technologien und Verfahren besprochen. Hierbei wird sowohl die Perspektive des Anbieters, als auch die des Nutzers betrachtet. Die Grundlagen der Virtualisierung, verteilte Dateisysteme und Datenbanken, Konsens- und Replikations-Protokolle und Sicherheitsaspekte hochgradig skalierender Anwendungen werden erklärt. Abschließend werden noch Grundlagen verschiedener Front-End- Technologien zur Entwicklung von Cloud-Anwendungen gezeigt.

### Literatur

L. Lamport: Paxos made simple

Google: Paxos made live – an engineering perspective

Google: Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data

Google: The Google File System

S. Gilbert, N. Lynch: Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web Services

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Compilerbau

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Compilerbau	Compiler construction	87-AIM-IE-19-1110	
Lehrende			
Prof. Dr. Janis Voigtländer			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü1	SoSe		6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur oder Mündliche Prüfung		ZKD 60002	

### Lernziele

Die Veranstaltung verfolgt das duale Ziel, Studierenden einerseits die theoretischen und algorithmischen Grundlagen zu vermitteln, die für das Verständnis und das Design von Compilern und Interpretern notwendig sind, und ihnen andererseits die praktischen Probleme des Compilerbaus vor Augen zu führen. Die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erfordert die Entwicklung eines vollständigen Compilers, in dem in der Vorlesung behandelte Algorithmen praktisch umgesetzt werden.

### Beschreibung

Die Vorlesung behandelt die theoretischen Grundlagen und die Algorithmen von Compilern und Interpretern. Die Themen umfassen:

- Einführung in den Compilerbau
- Syntax und Semantik von Programmiersprachen
- Architektur von Compilern und Interpretern
- Lexikalische Analyse
- Syntaktische Analyse
- Zwischendarstellungen von Programmen
- Codegenerierung
- Optimierungen

Die Vorlesung wird durch praktische Übungen begleitet, die auf die Nutzung in der Vorlesung behandelter Algorithmen ausgerichtet sind. Im Verlauf des Semesters entwickeln und erweitern die Studierenden nach und nach einen kompletten Compiler für eine einfache Programmiersprache.

### Literatur

Torben Aegidius Mogensen: Introduction to Compiler Design, Springer, 2018

Aho, Sethi, Ullman, Compilers: Principles, Techniques, and Tools, Addison-Wesley, 2006 (Dragon book)

A.W. Appel Modern Compiler Implementation in Java, Cambridge University Press, 1998 (Tiger book)

Steven Muchnick, Advanced Compiler Design and Implementation, Morgan Kaufman Publishers, 1997 (Whale book) Keith D. Cooper and Linda Torczon, Engineering a Compiler, Morgan Kaufman Publishers, 2003 (Ark book)

Randy Allen and Ken Kennedy, Optimizing Compilers for Modern Architectures, Morgan Kaufman Publishers, 2001

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Distributed Systems

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Distributed Systems		Distributed Systems	87-AIM-IE-19-1120
Lehrende			
Prof. Dr. Torben Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü1	WiSe	englisch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKD 41171	

### Lernziele

Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen, Protokolle, Algorithmen und Architekturen Verteilter Systeme und können diese anwenden.

### Beschreibung

Die Vorlesung befasst sich mit den grundlegenden Konzepten und Protokollen für verteilte Systeme. Die Vorlesung beginnt mit Grundlagen zur verteilten Kommunikation:

- Serialisierung (ASN.1, CORBA XDR, SOAP)
- Remote Procedure Calls
- Verteilte Objekte und widmet sich dann wichtigen Basisalgorithmen
- Physikalische Uhren
- Logische Uhren
- Transaktionen
- Synchronisation
- Replikation und Konsistenz
- Globaler Zustand

### Literatur

Coulouris/Dollimore/Kindberg: Distributed Systems - Concepts and Design, Addison-Wesley 2001 (3rd edition).  
Tannenbaum/van Steen: Distributed Systems - Principles and Paradigms, Prentice Hall 2002.  
Borghoff/Schlichter: Rechnergestützte Gruppenarbeit (in German), Springer 1998.

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Eingebettetes Maschinelles Lernen

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Eingebettetes Maschinelles Lernen	Embedded Machine Learning		
Lehrende			
Prof. Dr. Gregor Schiele			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Mündliche Prüfung (30 min) oder Klausur (90 min)			

### Lernziele

Im Rahmen der Veranstaltung sollen Konzepte und Algorithmen zur Ausführung von maschinellen Lernverfahren, speziell tiefen neuronalen Netzen (DNNs) auf eingebetteter Hardware vermittelt werden.

Die Studierenden

- kennen und verstehen wichtige Fachbegriffe und Konzepte aus dem Bereich der (eingebetteten) KI,
- kennen Vor- und Nachteile eingebetteter KI im Vergleich zu Cloud-basierter KI und können fundierte Entwurfsentscheidungen fällen und begründen,
- kennen die wichtigsten Verfahren und Ansätze für eingebettete KI, insbesondere Kompressionstechniken für DNNs, wichtige DNN-Architekturen und -Blöcke für ressourcenbeschränkte Umgebungen, spezielle Trainingsansätze für eingebettete DNNs, Verfahren zur automatischen Architektursuche sowie Ansätze zur Hardwarebeschleunigung,
- können diese Verfahren und Ansätze abwägen und praktisch einsetzen, um eingebettete KI-Systeme zu entwickeln und zu testen.

### Beschreibung

KI-Systeme gelten als sehr ressourcenintensiv und werden daher häufig auf Cloud-Systemen ausgeführt. Allerdings schränkt das die möglichen Einsatzgebiete von KI ein und führt zu unnötig hohem Datenaufkommen, Kosten und Energieverbrauch. Die Veranstaltung führt in das Forschungsgebiet der eingebetteten KI ein, speziell tiefer neuronaler Netze (DNNs) die lokal auf ressourcenarmer eingebetteter Hardware ausgeführt werden. Hierzu behandeln wir nach

- (1) einer Einführung in das Gebiet sowie
- (2) der Wiederholung von allgemeinen Grundlagen von DNNs (z.B. CNNs, LSTMs, MLPs) zunächst
- (3) wichtige Netzarchitekturen (z.B. EfficientNet) und Teilblöcke von DNNs (z.B. Depthwise Separable Convolutions),
- (4) Kompressionstechniken (z.B. Pruning, Quantisierung),
- (5) Verfahren für die automatische Architektursuche für eingebettete Systeme (HW-aware NAS),
- (6) aktuelle Ansätze für das maschinelle Lernen direkt auf eingebetteter Hardware,
- (7) Techniken zur Hardwarebeschleunigung (z.B. auf FPGAs) sowie
- (8) Lösungen für ausgewählte Anwendungsgebiete (z.B. Bildverarbeitung).

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

### Voraussetzungen

Kenntnisse in maschinellen Lernverfahren, speziell tiefen neuronalen Netzen sind von Vorteil, ebenso Kenntnisse über die Programmierung eingebetteter Systeme sowie Programmierkenntnisse in C.

## Elektronische Sensordatenverarbeitung

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Elektronische Sensordatenverarbeitung	Electronic sensor data processing		
Lehrende			
Dr.-Ing. Andreas Erbslöh			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (120 min)			

### Lernziele

Im Rahmen der Veranstaltung soll das Verständnis über die Konzeptionierung und Dimensionierung eines Sensor-Systems zur Erfassung und Verarbeitung von physikalischen Größen im Analogen, deren Digitalisierung und die Extraktion von Metriken zur Qualitätsbeurteilung aufbauen. Im Rahmen der Vorlesung werden die folgenden Punkte behandelt:

- Elektrotechnik-Grundlagen (Gleichspannung, Netzwerk-Theorie, ...)
- Berechnung von Netzwerken mit elektronischen Bauelementen (Passiv, Feldeffekt-Transistor, Operationsverstärker) Funktionsweise eines physikalischen Sensors und deren Erfassung-
- Verstärkerschaltungen zur Erfassung und analogen Vorverarbeitung der physikalischen Sensorwerte
- Konzepte für die Analog-Digital-Umwandlung und Digital-Analog-Umwandlung Limitierungen von Systemen und Metriken zur Qualitätsbeurteilung der Teilmodule und des Gesamtsystems

### Beschreibung

Die Veranstaltung vermittelt umfassend Methoden und Techniken zur Erfassung, Verarbeitung und Analyse von Sensordaten in elektronischen Systemen. Ein Sensor-System besteht aus Sensoren, Signalaufbereitungseinheiten und Verarbeitungskomponenten, die zusammen Messwerte erfassen, verstärken, filtern und in verwertbare Informationen umwandeln. Dabei spielt die analoge Signalvorverarbeitung inkl. der Analog-Digital-Umwandlung (ADU) eine zentrale Rolle, um kontinuierliche Sensorsignale für digitale Verarbeitungssysteme nutzbar zu machen. Daraus können Ansteuerungssignale für Aktoren generiert werden. Ein Schwerpunkt liegt auf elektronischen Schaltungskonzepten, insbesondere Operationsverstärkerschaltungen zur Signalverstärkung, Filterung, Differenzierung oder Integration. Zusätzlich werden digitale Vorverarbeitungsmethoden behandelt, die kontinuierliche Datenströme in ereignisbasierte Signale transformieren, um sie effizient für KI-basierte Netzwerke oder Algorithmen nutzbar zu machen. Die Studierenden lernen, Rauschen und Messfehler zu erkennen, Sensordaten verschiedener Quellen zusammenzuführen (Datenfusion) und die Informationen sowohl in Echtzeit als auch offline zu analysieren. Gleichzeitig werden für die diversen Stufen die Messmethoden zur Bestimmung der Metriken zur Qualitätsbeurteilung besprochen. Die Dimensionierung solcher intelligenter Sensor-Systeme werden durch praktische Beispiele aus den Anwendungsfeldern Medizintechnik und Umweltmesstechnik vorgestellt. In Übungen entwerfen die Studierenden eigene Sensor-Schaltungen, bei denen die Parameter der Schaltungen eigenhändig dimensioniert werden und mit den OpenSource-Tools PySpice oder ngspice simuliert.

### Literatur

Lineare Kirchhoff-Netzwerke: Grundlagen, Analyse und Synthese, Reiner Thiele - Springer Verlag  
Halbleiter-Schaltungstechnik, Ullrich Tietze, Christoph Schenk, Eberhard Gamm - Springer Verlag  
Messelektronik und Sensoren: Grundlagen der Messtechnik, Sensoren, analoge und digitale Signalverarbeitung, Herbert Bernstein - Springer Verlag

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Engineering ML-based Systems

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Engineering ML-based Systems	Engineering ML-based Systems		
Lehrende			
Prof. Dr. Volker Gruhn, Dr. Marc Hesenius			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V4	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Essen	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Zum Modul erfolgt eine modulbezogene Prüfung in der Gestalt einer Klausur (in der Regel: 90-120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (in der Regel: 20-40 Minuten); die konkrete Prüfungsform – Klausur oder mündliche Prüfung – wird innerhalb der ersten Wochen der Vorlesungszeit von der zuständigen Dozentin oder dem zuständigen Dozenten festgelegt.		ZKD 41267	

### Lernziele

Die Studierenden

- beherrschen die Tätigkeiten, die zur Implementierung von Software, die Komponenten des maschinellen Lernens einsetzt, notwendig sind
- haben Kenntnisse über die inhärente Unsicherheit in Anwendungen, die Komponenten des maschinellen Lernens einsetzen, und wissen, wie mit dieser Unsicherheit umzugehen ist
- verstehen die Notwendigkeit der Erklärbarkeit von Ergebnissen der Algorithmen des maschinellen Lernens
- beherrschen Best Practices bei der Entwicklung von Software, die Komponenten des maschinellen Lernens einsetzt
- verstehen die Bedeutung von domänenspezifischen Faktoren, die die Anwendbarkeit des maschinellen Lernens beeinflussen

### Beschreibung

Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Entwicklung von Software, die Komponenten des maschinellen Lernens einsetzt, und festigt das vermittelte Wissen durch die Einbettung praktischer Übungen, Diskussion von Anwendungsszenarien sowie durch begleitende Projekte. Im Fokus stehen dabei insbesondere die Arbeiten, die von einem Entwicklungs-Team zum erfolgreichen Launch einer Anwendung oder Komponente, die Verfahren des maschinellen Lernens einsetzt, durchgeführt werden müssen. Die Studierenden lernen, wie klassisches Software Engineering mit den für maschinelles Lernen notwendigen Arbeiten verknüpft wird. Im ersten Teil der Vorlesung werden Anwendungen betrachtet, die überwacht Lernen einsetzen, und im zweiten Teil Anwendungen, die verstärkendes Lernen verwenden. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung unter anderem behandelt:

- Debugging von ML-Anwendungen
- Data Cleaning, Preprocessing und Augmentation
- Evaluation von ML-Modellen
- Architektur und Auswahl von ML-Modellen
- Prozessmodelle zur Entwicklung von ML-Anwendungen
- Grundlagen des verstärkenden Lernens

### Literatur

Geron, Aurélien. 2019. Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'Reilly.

Albon, Chris; Langenau, Frank. 2019. Machine Learning Kochbuch: Praktische Lösungen mit Python: von der Vorverarbeitung der Daten bis zum Deep Learning. O'Reilly.

Bach, Francis; Sutton, Richard S.; Barto, AndrewG. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction (Adaptive Computation and Machine Learning). MIT Press.

## **Voraussetzungen zur Prüfung**

keine

## **Voraussetzungen**

empfohlenes Vorwissen: Grundlagen der Programmierung, Grundlagen des Maschinellen Lernens, Stochastik, Lineare Algebra, Analysis.

# Entwurf von digitalen Hardware-Beschleunigern

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Entwurf von digitalen Hardware-Beschleunigern			
Lehrende			
Dr. Andreas Erbslöh			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung mit Übung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (120 min) oder mdl. Prüfung (30min)		ZKD 30023	

## Lernziele

- Verständnis über die Funktionsweise und Aufbau eines Field Programmable Gate Array (FPGA)
- Umgang mit der Hardware-Beschreibungssprache Verilog
- Aufbau von Modulen, Instanzen und Testumgebungen
- Synthese von Logikschaltungen, Zustandsautomaten,
- Einbettung in Kommunikationsschnittstellen (SPI, UART, I2C) und Beschleunigern für arithmetische Operationen, Filterschaltungen und einfachen KI-Modellen mit Dense-Layern

## Beschreibung

FPGAs gehören zur Familie von eingebetteten Systemen. Im Vergleich zu Mikrocontrollern erlauben diese eine massiv parallele Datenverarbeitung durch das Verschalten von Look-Up-Tabellen (LUT), komplexeren Funktionen (Multiplikatoren) und SRAM-Speicher. In diesen LUTs lassen sich komplexere Logik-Funktionen durch die Approximation der Wahrheitstabelle abbilden. In der Vorlesung werden die Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise und des Aufbaus von FPGAs. Darauf aufbauend werden die Vorteile im Vergleich zu anderen eingebetteten Systemen inkl. den Anwendungsfeldern benannt. Nach der Einführung in die Logik- und Transistor-Grundlagen wird die Hardware-Beschreibungssprache Verilog behandelt, um die Synthese von anfänglichen einfachen Logikschaltungen, Speicher-Instanziierung und Ablaufsteuerungen mit Zustandsautomaten zu realisieren. Diese können zur Realisierung von Kommunikationsschnittstellen (I2C, SPI, UART) und arithmetischen Funktionen (Addition, Multiplikation) verwendet werden. Der Fokus der Vorlesung ist auf dem Entwurf einer sensor-basierten Datenstromverarbeitung, bei dem das Gesamtsystem Methoden zur digitalen Datenvorverarbeitung, wie die zur Signalfilterung mit FIR- und IIR-Filtern, und einfache KI-Beschleuniger mit Tiefen Neuronalen Netzen (Dense-Layern, ReLU Aktivierungsfunktion) beinhaltet. Am Ende der Vorlesungsreihe werden Optimierungen für die ASIC- Integration von möglichen Datensignalprozessoren gezeigt und mit Gastvorträgen aus Forschung und/oder Industrie erweitert. Im praktischen Teil der Vorlesung werden jeweilige Programmieraufgaben angeboten, die die Erstellung solcher Logikschaltungen in Modulen und Testumgebungen ermöglichen. Hierzu wird das Online-Tool eda playground verwendet.

## Literatur

Introduction to Logic Circuits & Logic Design with Verilog, Brock J. LaMeres, Third Edition (2024)  
Verilog by Example: A Concise Introduction for FPGA Design, Blaine Readler, 2013  
Digital Design and Computer Architectures, David Harris and Sarah Harris, 2012

## Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Voraussetzungen

Empfohlene Vorleistung / Voraussetzung: Logik, Grundlagen der technischen Informatik

## Formale Aspekte der Software-Sicherheit und Kryptographie

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Formale Aspekte der Software-Sicherheit und Kryptographie		Formal Aspects of Software Security and Cryptography	87-AIM-VV-19-1230
Lehrende			
Prof. Dr. Barbara König			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü1	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur oder mündliche Prüfung		ZKD 50006	

### Lernziele

Die Studierenden sollen fortgeschrittene Kenntnisse auf dem Gebiet der Software-Sicherheit und Kryptographie erwerben. Insbesondere sollen sie mit den theoretischen und formalen Grundlagen dieses Gebiets vertraut werden und sie sollen in die Lage versetzt werden, komplexe Verschlüsselungsverfahren zu verstehen und ansatzweise zu bewerten. Des Weiteren sollen sie die komplexitätstheoretischen Grundlagen der Kryptographie kennenlernen. Im Bereich der kryptographischen Protokolle geht es erstens darum, Kenntnisse über Verfahren zu erwerben, bei denen Nachrichten sicher ausgetauscht werden, ohne dass Dritte oder auch die Kommunikationspartner selbst sich unerlaubt Informationen verschaffen können. Die Studierenden sollen die Sicherheit dieser Verfahren in Teilen abschätzen können. Zweitens sollen sie mit Techniken zur Verifikation kryptographischer Protokolle – die unter der Annahme geschieht, dass die Verschlüsselung nicht zu brechen ist – vertraut werden.

### Beschreibung

Im Bereich der Software-Sicherheit und Kryptographie ist es wichtig, theoretische Grundlagen zu besitzen, aufgrund derer die Sicherheit von Verfahren und Protokollen bewertet werden kann. Im Rahmen dieser Vorlesung werden sowohl komplexitätstheoretische als auch semantische Grundlagen zu diesem Gebiet vermittelt.

Inhalte im Einzelnen:

- Kryptographie (Grundlagen der Kryptographie, One-Time-Pad, Advanced Encryption Standard, RSA und Primzahltests, Einweg- und Falltür- Funktionen)
- Kryptographische Protokolle (Mental Poker, Interactive Proof Systems, Secure Multi- Party Computations)
- Verifikation kryptographischer Protokolle (Eindringlingsmodell nach Dolev-Yao, Sicherheitslücken in kryptographischen Protokollen, Spi-Kalkül, Model-Checking kryptographischer Protokolle).

### Literatur

John Talbot, Dominic Welsh: Complexity and Cryptography - An Introduction. Cambridge, 2006.

Christo H. Papadimitriou: Computational Complexity. Addison-Wesley, 1994.

Arto Salomaa: Public Key Cryptography. Springer, 1990.

William Stallings: Cryptography and Network Security: Principles and Practice. Prentice-Hall, 2003

Oded Goldreich: Foundations of Cryptography (Basic Applications). Cambridge Univ. Press, 2004.

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

### Voraussetzungen

Grundlagen der Berechenbarkeits- und Komplexitätstheorie, Grundlagen der Sicherheit in Netzwerken.

## Fortgeschrittene Themen der Mensch-Computer-Interaktion

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Fortgeschrittene Themen der Mensch-Computer-Interaktion	Advanced Topics in Human Computer Interaction		
Lehrende			
Prof. Dr. Stefan Schneegeß			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Die Vorlesung wird interaktiv gestaltet und die Studierenden durch Diskussionsfragen, Abstimmungen und kurze praktische Aufgaben eingebunden. Die Veranstaltung entspricht einem Vorlesungsanteil von 2 SWS und einem Übungsanteil von 2 SWS.	Essen	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Zum Modul erfolgt eine modulbezogene Prüfung in der Gestalt von einer mündlichen (in der Regel 20-40 Minuten) oder schriftlichen Prüfung (in der Regel 60-90 Minuten). Die genauen Prüfungsmodalitäten werden in den ersten Vorlesungswochen je nach Teilnehmerzahl festgelegt. Vom Dozierenden wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt, ob die erfolgreiche Teilnahme an der Übung (mind. 50% der Übungsblätter bearbeitet) als Prüfungsvorleistung Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung ist. Bestandene Prüfungsvorleistungen haben nur Gültigkeit für die Prüfungen, die zu der Veranstaltung im jeweiligen Semester gehören.		ZKD 30023	

### Lernziele

Die Studierenden

- kennen die Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion.
- können Benutzeroberflächen sinnvoll erstellen und bewerten.
- verstehen menschliche Aspekte: Wahrnehmung, Motorik, Gedächtnis, Aufmerksamkeit und Problemlösung.
- können verschiedene Techniken zur Evaluation von Benutzerschnittstellen wie beispielsweise Experten-Evaluation (Walkthrough, GOMS) oder Benutzer-Evaluation (Think-aloud, Interviews, Auswertung) anwenden.
- kennen grundlegende Aspekte, Funktionsweisen und Besonderheiten verschiedener Spezialthemen der Mensch-Computer Interaktion (z.B. AR/VR Systeme, Mobile Interaktion, Wearable Computing, Eyetracking oder Brain-Computer Interfaces).

### Beschreibung

Abstract: In dieser Vorlesung mit integrierter Übung erhalten Studierende einen Überblick über die Grundlagen sowie detaillierte Kenntnisse zu ausgewählte Spezialthemen der Mensch-Computer Interaktion. Lehrinhalte: Die Vorlesung besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil werden die Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion vermittelt. Im zweiten Teil spezielle Themen vertieft. Die integrierte Übung besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil werden die Grundlegenden Inhalte aus der Vorlesung durch Übungsblätter vertieft. Im zweiten Teil der Übung werden die gewonnenen Kenntnisse in Gruppenarbeit angewandt. Hier werden jährlich wechselnde Projekte

## **Literatur**

Literatur wird in der Veranstaltung bzw. auf der Homepage der Arbeitsgruppe bekannt gegeben

## **Voraussetzungen zur Prüfung**

keine

## **Voraussetzungen**

Grundlegende Kenntnisse der Programmierung

## Interaktive Systeme

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Interaktive Systeme	Interactive Systems	87-AIM-IK-19-1250	
Lehrende			
Prof. Dr. Michael Prilla			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKD 50017	

### Lernziele

Die Studierenden kennen die wesentlichen Konzepte, Modelle und Techniken zur Konzeption und Realisierung fortgeschrittener interaktiver Systeme und können diese im Zusammenhang darstellen und erläutern. Sie sind in der Lage, Interaktionsformen gezielt auszuwählen, zu gestalten und zu realisieren. Sie kennen wesentliche Forschungsfragen im Bereich innovativer interaktiver Systeme und können neue Entwicklungen einordnen und bewerten.

### Beschreibung

Die Vorlesung behandelt fortgeschrittene Methoden und Techniken der Mensch-Computer-Interaktion. Insbesondere werden neue Formen der Interaktion wie zum Beispiel interaktive Informationsvisualisierungen, Sprach- und Gesteninteraktion und adaptive Nutzerschnittstellen diskutiert. Wo erforderlich, werden relevante Methoden des maschinellen Lernens eingeführt. Neben theoretischen Grundlagen werden aktuelle Systembeispiele und Forschungsergebnisse vorgestellt und diskutiert. Inhalte im Einzelnen:

- Modelle und modell-basierte Entwicklung interaktiver Systeme
- Interaktive Informationsvisualisierung, Visual Analytics
- Natural Interaction, interaktive Oberflächen
- Tangible Interfaces, Interaktion bei Ubiquitous Computing
- Perceptive Interfaces: natürlichsprachliche Schnittstellen, gestenbasierte Interaktion und Body Motion-Erkennung
- Multimodale Schnittstellen, Fusion und Fission von Modalitäten
- Nutzer- und kontext-adaptive Nutzerschnittstellen

### Literatur

Preim, B., & Dachsel, R. (2015). Interaktive Systeme. Bd. 2 (3. Aufl.). Springer.  
Ware, C. (2013). Information Visualization – Perception for Design (3rd edition). Morgan Kaufmann  
Jacko, J. A., & Sears, A. (Eds.). (2012). The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications (3rd edition). CRC Press.  
Olsen, D. (1998). Developing User Interfaces: Morgan Kaufmann Publishers  
Card, S. K., MacInlay, J. D., & Shneiderman, B. (1999). Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. San Francisco, Cal.: Academic Press/Morgan Kaufman.

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Internet of Things: Protocols and System Software (auslaufend mit SoSe26)

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Internet of Things: Protocols and System Software (auslaufend mit SoSe26)		Internet of Things: Protocols and System Software	87-AIM-IE-19-1140
Lehrende			
Prof. Dr. Gregor Schiele			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	englisch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
		ZKD 50033	

### Lernziele

Die Veranstaltung vermittelt Studierenden ein Verständnis des zukünftigen Internets der Dinge (IoT), der neu auftretenden Anforderungen sowie der technischen Grundlagen, Konzepte, Architekturen und Protokolle. Die Studierenden sollen diese sowohl theoretisch bewerten als auch praktisch einsetzen können, weswegen die Vorlesung von einer praktischen Übung begleitet wird. Schwerpunkte sind insbesondere die IoT- Gerätevernetzung und IoT-Systemsoftware. Hierbei sollen die Studierenden vor allem lernen, welche Unterschiede zu klassischen Internettechnologien und Systemen / Plattformen existieren und woraus diese resultieren.

### Beschreibung

Die Vorlesung vermittelt eine Einführung in das Themengebiet des "Internet der Dinge" (IoT), in dem Milliarden eingebetteter Systeme (Sensoren, Aktuatoren) in Echtzeit kontinuierlich Daten über die reale Welt im Internet verfügbar machen. Behandelte Themen sind insbesondere: Kommunikationsprotokolle (z.B. IEEE 802.15.4, NB-IoT, 6LoWPAN, MQTT), Sensordatenmodellierung und -verwaltung (z.B. linked data, RDF, SSN), Datenzugriff und Plattform-APIs (z.B. web-basierte Systeme, SPARQL, kontinuierliche Anfragen, Complex Event Processing). Neben der Vermittlung theoretischen Wissens, wird in der Übung – im Rahmen von Gruppenprojekten – die praktische Programmierung von IoT-Systemen vermittelt, z.B. mit Arduino-Geräten und Raspberry Pies.

### Literatur

Aktuelle Forschungsveröffentlichungen Details werden in der Vorlesung diskutiert

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Modellierung nebenläufiger Systeme

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Modellierung nebenläufiger Systeme	Modelling of Concurrent Systems	87-AIM-VV-19-1240	
Lehrende			
Prof. Dr. Barbara König			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü1	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Mündliche Prüfung		ZKD 50001	

### Lernziele

Die Studierenden sollen Kenntnisse über verschiedene Modellierungstechniken für nebenläufige Systeme erwerben. Insbesondere sollen sie Prozesskalküle, Petri-Netze und Graphtransformationssysteme und ihre Einsatzgebiete kennenlernen. Neben den Modellen selbst sollen die Studierenden auch Analyse- und Spezifikationstechniken, wie beispielsweise Verhaltensäquivalenzen und Partialordnungstechniken anwenden können und ihre Eignung abschätzen lernen. Insbesondere soll in dieser Veranstaltung der Umgang mit formalen Beschreibungsmethoden geübt werden.

### Beschreibung

Nebenläufige Systeme – von denen verteilte Systeme ein Spezialfall sind – können von einem Benutzer oft schwer überschaut werden. Bereits kleine Beschreibungen oder Programme können unvorhersehbares Verhalten hervorrufen. Außerdem stößt man dabei auf Probleme (Deadlocks, wechselseitiger Ausschluss), die bei sequentiellen Systemen nicht auftreten können. Daher werden in dieser Vorlesung entsprechende Modellierungstechniken und Analysemethoden vermittelt, die zum besseren Verständnis solcher Systeme führen. Inhalte im Einzelnen:

- Transitionssysteme
- Verhaltensäquivalenzen (Trace-Äquivalenz, Bisimulation)
- Prozesskalküle (CCS, pi-Kalkül)
- Petri-Netze (mit Partialordnungstechniken)
- Graphtransformationssysteme
- Programmiersprache Google Go

### Literatur

R. Milner: Communication and Concurrency. Prentice Hall, 1989.

W.J. Fokkink (2000): Introduction to Process Algebra, Springer, 2000.

Aceto, Ingolfsdottir, Larsen, Srba: Reactive Systems: Modelling, Specification and Verification, Cambridge University Press, 2007

Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien (Vieweg+Teubner, 2010).

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Pervasive Computing

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Pervasive Computing	Pervasive Computing		
Lehrende			
Prof. Dr. Pedro José Marrón, Dr. Marcus Handte			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Essen	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Zum Modul erfolgt eine modulbezogene Prüfung in der Gestalt einer Klausur (in der Regel: 90-120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (in der Regel: 20-40 Minuten); die konkrete Prüfungsform – Klausur oder mündliche Prüfung – wird innerhalb der ersten Wochen der Vorlesungszeit von der zuständigen Dozentin oder dem zuständigen Dozenten festgelegt.		ZED 50067	

### Lernziele

Die Studierenden

- erhalten sowohl theoretisches Wissen als auch praktische Erfahrung im Bereich des Pervasive/Ubiquitous Computing.
- können die Besonderheiten einer Anwendung für das Pervasive Computing benennen und das erworbene Wissen bei der Entwicklung anwenden.
- können eine service- und kommunikationsorientierte Middleware erstellen.
- erhalten Einblick in den aktuellen Forschungsstand.

### Beschreibung

In dieser Vorlesung werden die fundamentalen Konzepte des Pervasive Computing behandelt und die Unterschiede zu den traditionellen Netzwerken betont. Gleichzeitig wird das Konzept einer Middleware eingeführt, welche eine einheitliche Kommunikations- und Serviceabstraktion für heterogene Systeme besitzt. Themen der Vorlesung sind (u.a.):

- Konzept des Pervasive Computing
- Pervasive Computing-Architekturen
- Besonderheiten der verwendeten Hardware
- Kommunikations-Middlewares
- Sicherheit und Privacy im Pervasive Computing
- Location-based Services für das Pervasive Computing
- Aktivitäts- und Kontexterkenennung
- Verteilte Datenspeicherung

### Literatur

Vorlesungsunterlagen Pervasive Computing, P. J. Marrón, M. Handte (im Semester erhältlich)

Übungsblätter Pervasive Computing, P. J. Marrón, M. Handte (im Semester erhältlich)

Weiser, M., The computer for the 21st century, Scientific American, 265(3):94-104, September 1991

Weitere aktuelle wissenschaftliche Ausarbeitungen (Paper) welche im Rahmen der Vorlesung als Quellen genannt werden

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## **Voraussetzungen**

empfohlen: Rechnernetze und Kommunikationssysteme

## Scientific Visualization

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Scientific Visualization	Scientific Visualization	87-AIM-IW-19-1260	
Lehrende			
Prof. Dr. Jens Krüger			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	englisch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Mündliche Prüfung		ZKD 50038	

### Lernziele

Die Studierenden lernen in dieser Veranstaltung die grundlegenden Algorithmen moderner Visualisierungssysteme kennen. Sie werden anhand einiger Beispiele aus der medizinischen Bildgebung und dem wissenschaftlichen Rechnen die Herkunft und die Eigenschaften üblicher Datensätze erklären können. Grundlegende Konzepte wie Interpolation, Triangulation und Filtermethoden werden bekannt sein. Sie werden verschiedenen Datentypen passende Visualisierungsansätze zuordnen können. Sie beherrschen die interaktive Darstellung und Analyse von großen skalaren Bild- und Volumendaten, Vektorfeldern, Terraindaten sowie Daten aus weiteren Informationsquellen.

### Beschreibung

Die Vorlesung führt in die Grundlagen der wissenschaftlichen Datenvisualisierung ein. Sie stellt Begriffe und Algorithmen zur effizienten Behandlung diskreter Datenstrukturen vor. Zur Motivation der Visualisierung solcher Daten dienen Beispiele aus der medizinischen Bildgebung und der numerischen Simulation. So werden der Aufbau eines CT-Scanners und die damit erzeugten Datensätze näher erläutert sowie grundlegende Verfahren aus der numerischen Simulation zur Lösung einfacher, gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen beispielhaft dargestellt. Zur Visualisierung skalarer Daten werden direkte Ansätze, wie z.B. Schichtverfahren und Strahlverfolgung, aber auch indirekte Methoden, wie z.B. Marching Squares bzw. Marching Cubes, besprochen. Des Weiteren werden mehrere Verfahren zur Strömungsvisualisierung erläutert, z.B. glyphenbasierte Darstellung, linienbasierte Integrationsmethoden, dichte Strömungsvisualisierung und topologische Methoden.

### Literatur

Aktuelle Internetliteratur

Nielson, Hagen, Müller: Scientific Visualization . IEEE Computer Society Press

Earnshaw, Wiseman: An Introductory Guide to Scientific Visualization. Springer Verlag

Schumann, Müller: Visualisierung - Grundlagen und allgemeine Methoden. Springer Verlag

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Secure Software Systems

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Secure Software Systems	Secure Software Systems		
Lehrende			
Prof. Dr. Lucas Davi			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Essen	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Zum Modul erfolgt eine modulbezogene Prüfung in der Gestalt einer Klausur (in der Regel: 90-120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (in der Regel: 20-40 Minuten); die konkrete Prüfungsform – Klausur oder mündliche Prüfung – wird innerhalb der ersten Wochen der Vorlesungszeit von der zuständigen Dozentin oder dem zuständigen Dozenten festgelegt.		ZKD 41268	

### Lernziele

Die Studierenden

- kennen die wichtigsten Klassen von Angriffstechniken und Abwehrmethoden im Bereich der Softwaresicherheit von der Applikationsebene bis zum Betriebssystem.
- besitzen fundierte Kenntnisse in der Entwicklung von Angriffstechniken auf Softwaresysteme.
- sind in der Lage, eigenständig Proof-of-Concept-Angriffe auf Softwaresysteme zu entwickeln.
- können konkrete Verfahren zur Härtung von Softwaresystemen gegen fortgeschrittene Softwareangriffe anwenden.
- kennen hardware-basierte Verfahren zur Durchsetzung von Softwaresicherheit.
- beherrschen die Konzepte von Softwarebasierten Angriffstechniken und Abwehrmethoden auf verschiedenen Rechnerplattformen.
- kennen die aktuelle Forschung und Problemstellungen bezüglich der Entwicklung von sicheren Softwaresystemen.

### Beschreibung

In dieser Vorlesung erhalten die Studenten einen Überblick über aktuelle Forschung, Angriffstechniken und Abwehrmethoden im Bereich der Software- und Systemsicherheit. Es werden Sicherheitsprobleme und Schutztechnologien auf Applikations- und Betriebssysteme für unterschiedliche Rechnerarchitekturen (Desktop PCs, mobile und eingebettete Systeme) analysiert. Ein besonderer Fokus dieser Vorlesung ist die Verwundbarkeit von Softwaresystemen gegenüber Laufzeitangriffen (Exploits).

Ziel der Vorlesung ist sowohl das Verständnis von modernen, praktischen Angriffstechniken gegen Softwaresysteme als auch die Entwicklung und Anwendung von Sicherheitstechnologien für Softwaresysteme.

1. Konventionelle und fortgeschrittene Software Exploittechniken (Buffer Overflow, Return-Oriented Programming)
2. Entwicklung von Sicherheitstechnologien zur Detektion und Prävention von Software Exploits (Programmfluss-Integrität, Speicherrandomisierung)
3. Software Fault Isolation und Application Sandboxing
4. Betriebssystemsicherheit und Zugriffsmodelle mit praktischen Beispielen anhand von Sicherheitsarchitekturen in Multics, Android und Windows
5. Trusted Computing Konzepte
6. Hardware-basierte Konzepte zur Unterstützung von Softwaresicherheit

### Literatur

T. Jaeger: Operating System Security, Morgan & Claypool, 2008

C. Anley, J. Heasman, F. Lindner, G. Richarte: The Shellcoder's Handbook: Discovering and Exploiting Security Holes, Wiley, 2007

L. Davi: Building Secure Defenses Against Code-Reuse Attacks, Springer, 2015

R. Anderson. Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, Wiley, 2008

Aktuelle wissenschaftliche Publikationen von einschlägigen Sicherheitstagungen (werden in der Vorlesung bekannt gegeben)

## **Voraussetzungen zur Prüfung**

keine

## Software Craftmanship

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Software Craftmanship	Software Craftmanship	87-AIM-IE-19-1170	
Lehrende			
Prof. Dr. Gregor Schiele			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü1	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur oder mündliche Prüfung		ZKD 50066	

### Lernziele

Die Studierenden lernen, als professionelle/r Softwareentwickler\*in hochqualitativen Code im Team und mit modernen Werkzeugen und Prozessen zu entwickeln.

### Beschreibung

Die Veranstaltung beschäftigt sich mit Vorgehen, Werkzeugen und Prozessen für die professionelle Entwicklung hochqualitativen Codes. Behandelte Themen sind: Prinzipien der Softwareentwicklung, Techniken des Clean Code zur Erhöhung der Codequalität, Testgetriebene Entwicklung, Versionskontrolle (git) und Build-Systeme (gradle), agile Entwicklung und Sprints, Entwurfsmuster, Softwarearchitektur, arbeiten im Team.

### Literatur

Wird in der ersten Vorlesung bekannt gegeben.

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

# Wahlpflichtbereich "Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung"

## Biomechanik

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Biomechanik	Biomechanics		
Lehrende			
Prof. Dr. Wojciech Kowalczyk			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKB 40198	

## Lernziele

In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Kenntnisse und Zusammenhänge aus der funktionellen Anatomie insbesondere aus orthopädischer und kardiologischer Sicht vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage die biomechanischen Fragestellungen mittels moderner Verfahren selbständig zu bearbeiten

## Beschreibung

Die Lehrveranstaltung beinhaltet folgende Themen:

- Einführung in die Anatomie und Funktionsweise des Bewegungsapparates,
- Tribologie der Gelenke und Endoprothesen,
- Möglichkeiten und Verfahren zur Modellierung und Beschreibung von biomechanischen Abläufen in einer Mehrkörper-Simulations-Umgebung (MKS),
- Verfahren der Messung von Bewegungsabläufen und Bewegungsanalyse,
- Bestimmung und Interpretation von Muskelaktivitäten mit dem Elektromyogramm (EMG), Die Vorlesungen werden von Vortragenden sowohl von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften als auch der Medizin gehalten.

## Literatur

Kummer: Biomechanik, Deutscher Ärzte-Verlag

Kapanji: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Thieme

Paul Brinckmann, Wolfgang Frobin, Gunnar Leivseth: Orthopädische Biomechanik, Thieme

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher: PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme

Fung Yuan-Cheng: Biodynamics. Circulation, Springer

Waite: Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, Mcgraw-Hill

## Coding Theory

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Coding Theory	Coding Theory		
Lehrende			
Prof. Dr. Andreas Czylwik			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	englisch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
		ZKA 40301	

### Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage, Codes mit vorgegebenen Eigenschaften eigenständig zu entwickeln. Außerdem können sie unterschiedliche Decodierungsverfahren entwickeln und anwenden sowie deren Leistungsfähigkeit beurteilen.

### Beschreibung

Die Lehrveranstaltung führt umfassend in verschiedene Codierungstechniken ein. Nach einer Einführung in informationstheoretische Grundlagen werden grundlegende Verfahren der Quellencodierung behandelt. Den Schwerpunkt der Vorlesung bilden Verfahren zur Kanalcodierung. Hierbei werden Blockcodes, insbesondere zyklische Codes und Reed-Solomon-Codes, deren Leistungsfähigkeit, Codierungsverfahren sowie Decodierungsverfahren besprochen. Abschließend werden Faltungscodes, deren Leistungsfähigkeit und deren Beschreibungsmöglichkeiten diskutiert. Als Decodierungsverfahren wird der Viterbi-Algorithmus behandelt.

### Literatur

- H. Schneider-Obermann: Kanalcodierung, Vieweg-Verlag 1998
- B. Friederichs: Kanalcodierung, Springer-Verlag 1994
- M. Bossert: Kanalcodierung, Teubner-Verlag 1992

## Digitale Schaltungstechnik

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Digitale Schaltungstechnik		Digital Circuit Technology	
Lehrende			
Prof. Dr. Anton Grabmaier			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 41163	

### Lernziele

Die Studierenden haben umfassende Kenntnisse in der digitalen Schaltungstechnik erlangt. Sie kennen Standardzellen und deren Designprozess durch Stickdiagramme. Sie sind nun in der Lage digitale Schaltungen auf Chipebene zu entwerfen und diese hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu analysieren. Die Studierenden kennen die Architektur von FPGA Bausteinen und wissen wie logische Schaltungen in diesem implementiert werden.

### Beschreibung

Die Vorlesung und Übung bietet eine Einführung in die Thematik der digitalen Integrierten Schaltungen (IC's). Es werden Informationen zur Herstellung von CMOS Schaltungen vermittelt und einfache CMOS Gatterschaltungen wie z. B. Inverter behandelt. Ferner werden wichtige Eigenschaften von digitalen Schaltungen wie Verzögerungszeiten, Störabstand oder Leistungsaufnahme erläutert. Es werden statische und dynamische Gatter, sowie diverse Schaltungsrealisierungen in sequentieller oder kombinatorischer Logik, unter besonderer Berücksichtigung des Timing-Verhaltens, besprochen. Diese neu zu erwerbenden Kenntnisse bilden dann die Grundlage für das Verständnis von komplexeren Arithmetik- und Speicher-Bauelementen. Ein abschließendes Kapitel widmet sich den FPGAs. Ihre Architektur wird vorgestellt und die Vorgehensweise bei der Schaltungsimplementierung anhand von einigen Beispielen vermittelt.

### Literatur

J. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, Digital Integrated Circuits. Prentice Hall  
N. Weste, K. Eshnagian, Principles of VLSI design. Addison Wiley  
N. H. E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design, 3. ed. Pearson Addison Wesley

## Functional Safety

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Functional Safety		Functional Safety	
Lehrende			
Prof. Dr. Dirk Söffker			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	WiSe	englisch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKB 40257	

### Lernziele

Die Studierenden erlernen im Kontext technischer Systeme die Notwendigkeit, Begriffe, Normensysteme und Methoden zur Analyse und Beschreibung von Gefährdung, Risiko, Zuverlässigkeit und Sicherheit. Die Studierenden erlernen entsprechende Anforderungen zu stellen, Methoden zur Analyse und Beschreibung z. B. zur Nachweisführung anzuwenden sowie Zusammenhänge zur Produktentwicklung und zum Risikomanagement aufzuzeigen. Die Studierenden sind insbesondere mit den Normensystemen (z. B. IEC IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849) vertraut, kennen die Zusammenhänge zur Automatisierungstechnik.

### Beschreibung

Die Studierenden werden mit den nachfolgenden Zusammenhängen vertraut gemacht (auch wenn sie in nachfolgenden unterschiedlichen Einzelveranstaltungen wiederholt und vertieft werden): Rechtliche Zusammenhänge und Normen über verschiedene Industriebereiche hinweg beginnend mit Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und Produktsicherheitsgesetz Zugehörige Begriffe und Methoden: Begriffe (Fehler, Ausfall, Versagen), Systematische und zufällige Fehler, Risikobeurteilung, Fehlermodelle, Ausfallraten, Common-Mode-Error, Anforderungen an Fehlererkennungs- und Diagnosemethoden, Beschreibung von Anforderungen SIL, ASIL, PFD, PFH bzw. POD, DR, FAR im Kontext von Diagnosemethoden Methoden zur Ausfall- und Risikominimierung sowie Funktionsabsicherung Funktionale Sicherheit nach IEC 61508, EN 62061 und EN ISO 13849 Entwicklungs- und Verifikationsmethodik für den automatisierungstechnischen Kontext nach IEC 61508

### Literatur

Norm IEC 61508

Bertsche, B. et al.: Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme, Springer 2009

Verma, A.K. et al.: Reliability and Safety Engineering, Springer, 2009

Halang, W.A. (Hrsg): Funktionale Sicherheit, Springer, 2013

Nanda, M. et al. (Eds.): Formal Methods for Safety and Security - Case Studies for Aerospace Applications, Springer, 2018

Braband, J.: Funktionale Sicherheit. In: Fendrich, L.; Fengler, W. (Hrsg.) Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer, 2019

Gilbert, G. et al. (Eds): Safety Cultures, Safety Models - Taking Stock and Moving Forward, Springer, 2019

Keller, H.B. et al. (Eds.): Technical Safety – An Attribute of Quality - An Interdisciplinary Approach and Guideline, Springer, 2018

## Informationstechnik in der elektrischen Energietechnik

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Informationstechnik in der elektrischen Energietechnik		Information Technology in Electrical Power Systems	
Lehrende			
Prof. Dr. Holger Hirsch			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 40156	

### Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage, Systeme der Informationsverarbeitung in Energieanlagen zu konzipieren und zu betreiben. Sie kennen Verfahren zur Informationsgewinnung sowie zur Informationsübertragung und können geeignete Übertragungskanäle sowie -protokolle auswählen.

### Beschreibung

In Energieanlagen nimmt die Informationsverarbeitung einen hohen Stellenwert ein. Die sich durch die physikalische Struktur des Energienetzes ergebenden Leistungsflüsse werden durch ein Informationsnetz logisch abgebildet. Neben Verfahren zur Informationsgewinnung werden Methoden zur Informationsübertragung mit der dazu notwendigen Protokollierung behandelt. Einen Schwerpunkt bilden die in Energieanlagen eingesetzten Feldbussysteme mit ihren besonderen Sicherheitsmechanismen.

### Literatur

K.Schwarz: Offene Kommunikation nach IEC 61850 für die Schutz- und Stationsleittechnik, VDE, 2004

## Kinematics of Robots and Mechanisms

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Kinematics of Robots and Mechanisms	Kinematics of Robots and Mechanisms		
Lehrende			
Prof. Dr. Andrés Kecskemethy, Francisco Geu Flores			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	englisch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKB 40461	

### Lernziele

Vermittlung der theoretischen Grundlagen der kinematischen Zusammenhänge serieller und paralleler Roboter und Mechanismen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, selbständig industrierelevante Probleme aus kinematischer Sicht zu erarbeiten.

### Beschreibung

Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Kinematik von Getrieben und Robotern. Folgende Aspekte werden erläutert:

- Vektorräume
- Kinetostatisches Übertragungsprinzip, Dualität der Bewegungs- und Kraftübertragung
- Räumliche Bewegungen
- Beschreibung von Drehungen (Euler-Winkel, Drehzeiger, Rodrigues-Parameter, Quaternionen)
- Infinitesimale Drehungen
- Kinematik serieller Ketten und Roboter, Denavit-Hartenberg-Parametrisierung
- Kinematik geschlossener Schleifen (Zählung von Freiheitsgraden mit Grübler-Kutzbach-Kriterium, Kopplung von mehrschleifigen Systemen, kinematische Netze, Methode der kinematischen Transformatoren)

### Literatur

Bottema , Roth: Theoretical Kinematics; Dover Publications

Hunt: Kinematic Geometry of Mechanisms; Oxford Universitäts Press

Altmann: Rotations, Quaternions and Double Groups; Dover Publications

Paul: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control; The MIT Press

## Manipulatortechnik

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Manipulatortechnik		Manipulator Technology	
Lehrende			
Prof. Dr. Tobias Bruckmann			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	SoSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKB 40229	

### Lernziele

Die Studierenden sind mit typischen Bauformen von Industrierobotern vertraut und in der Lage, die kinematische Beschreibung für Roboterarme aufzustellen. Sie sind in der Lage, Verfahren der Trajektorienberechnung anzuwenden. Die Studierenden sind für weiterführende Themen wie die Aufstellung der Dynamikgleichungen oder die Regelung von Manipulatoren vorbereitet.

### Beschreibung

In dieser Vorlesung werden die wesentlichen Grundlagen der Robotik zusammengestellt, wobei sich die Betrachtungen in erster Linie auf Industrieroboter als frei programmierbare multifunktionale Manipulatoren konzentrieren.

Im Einzelnen werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- Der Industrieroboter als mechatronisches System
- Einführung der Bauformen und Gestaltungselemente wie Hebel, Gelenke und Antriebe
- Grundlagen der Starrkörpertransformation (Rotationsmatrizen, homogene Transformationen)
- Aufstellung der Roboterkinematik (direkte Kinematik, inverse Kinematik)
- Modellierung der Kinematik nach Denavit-Hartenberg
- Kinematik auf Geschwindigkeitsebene, Aufstellung der Jacobi-Matrix
- Trajektorienberechnung (Trajektorienberechnung für einzelne Antriebe, synchronisierte Punkt-zu-Punkt-Bewegung mehrerer Antriebe, Vorgabe kartesischer Bewegungen)
- Einfache Verfahren zur Kollisionsvermeidung auf Basis von Potentialfeldern. In Beispielen wird die Anwendung dieser Verfahren demonstriert.

### Literatur

Spong, M.; et. al.: Robot Modeling and Control. Wiley, 2006

Craig: Introduction to Robotics: Mechanism and Control. Addison Wesley, 1989

Mc Kerrow: Introduction to Robotics. Addison Wesley, 1991

Paul: Robot Manipulators. MIT Press, 1981

Fu, Gonzales, Lee: Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. 1987

## Quanteninformationstheorie

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Quanteninformationstheorie	Quanteninformationstheorie	87-AIM-IW-19-1766	
Lehrende			
Prof. Dr. Peter Jung			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur oder mündliche Prüfung		ZKA 41168	

### Lernziele

1. Verständnis der quantenmechanischen Grundlagen
2. Verständnis der Quanteninformation als Norm

### Beschreibung

Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:

- Hat die universitäre Lehre zu Kommunikationsnetzen und zur Mobilkommunikation eine bedeutende Zukunft? Warum Quanteninformationstheorie? Was ist Kommunikation? Was ist der Unterschied zwischen Information und Entropie? Was sind Quanten?
- Quantenmechanische Grundlagen (Unschärferelation, Interferenz, Messungen in der Quantenmechanik, Verschränkung, warum beobachten wir in der klassischen Physik keine Quanteneffekte, Historisches, Dirac-Notation, Hilbertraum, lineare Operatoren und Observable, Vertauschbarkeit von Operatoren, quantenmechanischer Dichteoperator)
- Einteilchensysteme und Zweiteilchensysteme (Qubits, Bloch-Kugel, Tensoren, Schmidtzerlegung, Zustandsreinigung)
- Wiedergabetreue („Fidelity“) und Spurabstand („Trace Distance“)
- Bellsche Ungleichung
- „No Cloning“
- Quanteninformation und quantenmechanische Informationsübertragung

### Literatur

Jung, P.: Einführung in die Quanteninformationstheorie. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8740-6).

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Technische Grundlagen zukünftiger Fahrzeugsysteme

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Technische Grundlagen zukünftiger Fahrzeugsysteme		Technical Fundamentals of Future Vehicle Systems	
Lehrende			
Dr. Philipp Sieberg, Patrick Gust			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
		ZKB 40385	

### Lernziele

Die Vorlesung vermittelt dem Studierenden einen gezielten Überblick über die Entwicklungen in der Kraftfahrzeugtechnik. Der Studierende kennt und versteht den Aufbau, die Funktion und das Zusammenwirken neuartiger Systeme und Komponenten eines Kraftfahrzeugs.

### Beschreibung

Die Entwicklungen in der Fahrzeugsystemtechnik konzentrieren sich in letzter Zeit zunehmend auf Bereiche wie Elektromobilität, Fahrerassistenz und Automatisiertes Fahren. Genau diese Themenbereiche werden in der Vorlesung vorgestellt und analysiert. Unter dem Begriff Elektromobilität verbergen sich beispielsweise nicht ausschließlich Batteriefahrzeuge, sondern vielmehr auch die teilelektrifizierten Hybridantriebe sowie mögliche Energiespeichersysteme und Ladetechniken. Zudem werden neben alternativen Primärtriebssystemen die Potenziale des konventionellen Verbrennungsmotors dargestellt. Des Weiteren werden im Rahmen der Vorlesung die Themenbereiche Gesamtfahrzeugentwicklung und Car2X Kommunikation detailliert betrachtet.

### Literatur

Eigenes Manuskript, Foliensatz

Reif, Noreikat, Borgeest (Hrsg.) Kraftfahrzeug-Hybridantriebe, Vieweg+Teubner Verlag, 2012

# Wahlpflichtbereich Profil "Informatiker": "Grundlagen der Ingenieurwissenschaften"

## Additive Fertigungsverfahren 1

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Additive Fertigungsverfahren 1		Additive Manufacturing 1	
Lehrende			
Prof. Dr. Stefan Kleszczynski			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	90
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Studienleistung: Antestat, Versuchsdurchführung Praktikum Prüfungsleistung: PC Klausur		ZKB 40128	

## Lernziele

Nach Abschluss der Vorlesung "Additive Fertigungsverfahren 1 - Grundlagen" sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der additiven Fertigungsverfahren zu erklären und die zugehörigen Konzepte zu hinterfragen. Hierzu zählen neben den gängigsten Rapid-Technologien auch die Vor- und Nachbereitung sowie die wirtschaftliche Einordnung der Prozesse.

## Beschreibung

Die Vorlesung "Additive Fertigungsverfahren 1 - Grundlagen" setzt sich mit den Verfahrensgrundlagen zur schichtweisen Herstellung von Bauteilen auseinander. Die Vorlesung behandelt zunächst die technologischen Grundlagen und vermittelt dann die wesentlichen Merkmale additiver Fertigungsverfahren. Nach einer Beschreibung der grundlegenden Prozessschritte werden die heute wichtigsten additiven Fertigungsverfahren dargestellt und charakterisiert. Weiterer Bestandteil der Vorlesung ist das Postprocessing, d. h. die Nachbearbeitung additiv hergestellter Bauteile.

## Literatur

- Gebhardt, Andreas. 2014. 3D-Drucken – Grundlagen und Anwendungen des Additive Manufacturing (AM). München: Carl Hanser Verlag
- Berger, Uwe; Hartmann, Andreas; Schmid, Dietmar. 2013. Additive Fertigungsverfahren – Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Rapid Manufacturing. Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel
- Zäh, Michael F.. 2006. Wirtschaftliche Fertigung mit Rapid-Technologien – Anwender-Leitfaden zur Auswahl geeigneter Verfahren. München: Carl Hanser Verlag
- Gebhardt, Andreas. 2013. Generative Fertigungsverfahren – Additive Manufacturing und 3D Drucken für Prototyping - Tooling - Produktion. München: Carl Hanser Verlag
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE E.V., VDI 3405 Additive Fertigungsverfahren. Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibungen. 2014
- Gibson, I., Rosen, D. W., Stucker, B. Additive Manufacturing Technologies. Boston, MA: Springer US, 2010. 978-1-4419-1119-3.

## Elektrische Messtechnik

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Elektrische Messtechnik	Electrical Measurement Technology		
Lehrende			
Prof. Dr. Roland Schmechel			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	90
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 40014	

## Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage:

- messtechnische Aufgaben und Fragestellungen mit der richtigen Terminologie zu beschreiben
- Messverfahren für die Messung elektrischer Größen im Gleich- und niederfrequenten Wechselspannungsbereich bezüglich Messunsicherheiten kritisch zu hinterfragen und an die Problemstellung angepasst auszuwählen
- eine Abschätzung der Messunsicherheit einschließlich derer Fortpflanzung durchzuführen
- eine statistische Auswertung von Messdaten vorzunehmen
- einfache Sensoren für die Messung nichtelektrischer Größen auszuwählen und zu optimieren.

## Beschreibung

Die Vorlesung vermittelt die Grundbegriffe der Metrologie und der Messtechnik und stellt die grundlegenden Verfahren zur Messunsicherheitsanalyse und statistischen Datenauswertung gemäß dem „Internationalen Leitfaden zur Angabe von Unsicherheiten beim Messen (GUM)“ vor. Es werden die Methoden zur Messung elektrischer Größen im Gleich- und niederfrequenten Wechselspannungsbereich, untergliedert in die Teilbereiche, passive Messtechnik, aktive Messtechnik und digitale Messtechnik eingeführt und an praktischen Realisierungsbeispielen erläutert. Eine abschließende Einführung in die Sensorik öffnet einen Zugang zur elektrischen Messtechnik nichtelektrischer Größen.

## Literatur

- R. Lerch, Elektrische Messtechnik, Springer Verlag (1996) E. Schrüfer, Elektrische Messtechnik, Hanser Verlag, 8. Auflage (2003)  
 Alan S. Morris: Measurement and Instrumentation Principles, Butterworth-Heinemann, Oxford (2001)  
 Franz Adunka: Messunsicherheiten, Vulkan Verlag (2007)  
 Meinhard Schilling: Messtechnik, Pearson Studium (2009)

## Elektrische Netzwerke

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Elektrische Netzwerke	Electrical Networks		
Lehrende			
Prof. Dr. Daniel Erni			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü2	SoSe	deutsch	7
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	75	135
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
		ZKA 40216	

### Lernziele

Nach dem Besuch der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein,

- grundsätzliche Ansätze zur Berechnung von Netzwerken zu benennen und anzuwenden sowie einfache Schaltungen und deren Eigenschaften zu bezeichnen,
- die komplexe Wechselstromrechnung für Größen mit sinusförmiger Zeitabhängigkeit anzuwenden,
- Energie- und Leistungsbetrachtungen in Wechselstromschaltungen durchzuführen.

### Beschreibung

Mit den Erkenntnissen des ersten Semesters werden zunächst Bauelemente, einfache Gleichstromschaltungen (Widerstandsnetzwerke mit Quellen) betrachtet und so die Grundlagen weiterführender Netzwerkanalysemethoden erarbeitet (z.B. Kirchhoffsche Knoten- und Maschenregel). Anschließend werden die Grundbauelemente Kondensator, Spule und Transformator vorgestellt und mit ihnen die komplexe Wechselstromrechnung zur Berechnung sinusförmiger Spannungs- und Stromgrößen eingeführt. Anhand einfacher Wechselstromschaltungen werden dann physikalische Phänomene wie z.B. Resonanz, Energie- und Leistungsbegriffe verdeutlicht.

### Literatur

Ingo Wolff, Grundlagen der Elektrotechnik 2, Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen 2005. [ISBN: 3-922697-33-X] Seitenzahl 374

T. Harrieshausen, D. Schwarzenau, Moeller Grundlagen der Elektrotechnik. 24. Auf., Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020. 716 Seiten

Manfred Albach, Elektrotechnik. Pearson Studium, 2011. 629 Seiten

## Elektrische und magnetische Felder

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Elektrische und magnetische Felder		Electric and Magnetic Fields	
Lehrende			
Prof. Dr. Daniel Erni			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V3 Ü2	WiSe und SoSe	deutsch	7
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	75	135
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 40215	

### Lernziele

Nach dem Besuch der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein,

- Grundbegriffe und Größen des elektrischen und magnetischen Feldes anzugeben
- das Verhalten der Feldgrößen an Grenzflächen zu beurteilen
- die Definition des Potentials, der Spannung und des Stromes anzugeben und zu erläutern
- das Induktionsgesetz durch die Bewegung eines elektrischen Leiters als auch durch Änderung des magnetischen Flusses zu erläutern.

### Beschreibung

In dieser Erstsemester-Veranstaltung werden die Grundlagen zur Behandlung von elektrischen und magnetischen Feldern anhand des Teilchen- und des Feldmodells sowie der Kraftwirkung auf Ladungen als Verknüpfung der beiden Modelle erörtert. Die Betrachtung der Ursache, Wirkung und Gesetzmäßigkeiten der beiden Felder sowie die örtliche Betrachtungsweise sollen dabei ein anschauliches Verständnis des Feldbegriffes vermitteln. Dazu werden z.B. für einen Raumpunkt die sog. Feldgrößen als auch für Raumgebiete die Integral- und Globalgrößen (z. B. Strom und Spannung) verwendet. Die Speicherung und der Transport von Energie im elektromagnetischen Feld wird dabei ebenso erläutert wie das Grundprinzip der Induktion.

Die Vorlesung beinhaltet die folgenden Themenstellungen:

- Elektrostatik
- Der elektrische Strom
- Magnetostatik
- Das Induktionsgesetz
- Feldenergie und Kräfte

### Literatur

Ingo Wolff, Grundlagen der Elektrotechnik 1, Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen, 2003, S. 408. [ISBN: 3-922697-28-3]

T. Harrieshausen, D. Schwarzenau, Moeller Grundlagen der Elektrotechnik. 24. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020. 716 Seiten

Manfred Albach, Elektrotechnik. Pearson Studium, 2011. 629 Seiten

## Nachrichtentechnik

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Nachrichtentechnik	Communications Engineering		
Lehrende			
Prof. Dr. Thomas Kaiser			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	5
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	90
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 40007	

### Lernziele

Die Studierenden sind fähig, die wichtigsten Zusammenhänge und Prinzipien (analoge und digitale Modulationsarten) zu erklären, anzuwenden und die zugehörigen Konzepte kritisch zu hinterfragen.

### Beschreibung

Die Veranstaltung vermittelt die Grundlagen nachrichtentechnischer Übertragungssysteme. Im ersten Kapitel werden klassische analoge Übertragungsverfahren behandelt, wie z.B. die Ein- und zweiseitige Amplitudenmodulation (AM) mit und ohne Trägersignal, die Restseitenbandmodulation und schließlich die Phasenmodulation incl. der Frequenzmodulation. Gegenstand des zweiten Kapitels sind konsequenterweise die wesentlichen digitalen Modulationsverfahren, d.h. Amplitudenumtastung, Phasenumtastung, Frequenzumtastung, Quadratur-AM, Kontinuierliche Phasenumtastung, etc.

### Literatur

J. G. Proakis: Digital Communications. McGraw Hill, New York 1995, Third Edition  
K. D. Kammeyer: Nachrichtenübertragung. Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2008, 4. Auflage  
J. G. Proakis, M. Salehi: Grundlagen der Kommunikationstechnik. Pearson Studium, München 2004, 2. Auflage

## Quantenkommunikation

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Quantenkommunikation	Quantum Communication	87-AIM-IW-19-1762	
Lehrende			
Prof. Dr. Peter Jung			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	SoSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg		
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 40061	

### Lernziele

1. Verständnis von Unschärferelation, Indeterminismus und Dekohärenz
2. Verständnis der kohärenten Zustände und der Quantendetektion

### Beschreibung

Die Vorlesung gliedert sich in folgende Themen:

- Warum Quantenkommunikation? Was ist Kommunikation? Was ist Information? Was sind Quanten?
- Quantenmechanische Grundlagen (Unschärfe, Indeterminismus, Interferenz, Superposition, Verschränkung, Dekohärenz, thermisches Widerstandsrauschen und Schrotrauschen)
- Ausgewählte mathematische Grundlagen (Hilbertraum, Vollständigkeitsrelation, Spektraldarstellung, Unschärferelation, Spur, Tensoren und Tensorprodukt)
- Qubits, Quantengatter und Quantenfourierreihe („quantum Fourier transform“, QFT)
- Quantenkommunikationssystem (Struktur, kohärente Zustände, Quantenteleportation, Quantenkanäle, Quantendetektion)

### Literatur

Jung, P.: Einführung in die Quantenkommunikation. Düren: Shaker, 2022 (ISBN 978-3-8440-8768-0).

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Regelungstechnik EIT

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Regelungstechnik EIT		Control Engineering EIT	
Lehrende			
Prof. Dr. Steven Ding			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	5
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	90
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKA 40017	

### Lernziele

Die Studierenden sollen Grundfunktionen automatisierungstechnischer Systeme analysieren können. Sie sollen das Verhalten von linearen zeitinvarianten dynamischen Systemen und Regelkreisen im Zeit- und Frequenzbereich beschreiben und analysieren können und deren Stabilität untersuchen können. Ferner sollen sie in der Lage sein, einfache Regler zu konzipieren und applizieren.

### Beschreibung

Die Lehrveranstaltung besteht aus den folgenden Kapiteln:

1. Einführung
2. Modellbildung dynamischer Systeme
3. Stabilitätsuntersuchung
4. Synthese von Regelkreisen
5. Verfahren zum Reglerentwurf
6. Synthese durch Veränderung der Regelungsstruktur.

Im ersten Teil wird die klassische Regelungstechnik fortgesetzt. Für den Reglerentwurf werden empirische Einstellregeln, Gütekriterien im Zeitbereich und Methoden im Frequenzbereich (Polkompensation, Betragsoptimum, symmetrisches Optimum) behandelt. Dann werden in der Praxis häufig verwendete strukturelle Varianten des Regelkreises, wie z.B. Split-Range-Regelung, Verhältnisregelung, Regler mit zwei Freiheitsgraden (Vorfilter und Vorwärtssteuerung), Störgrößenaufschaltung, Kaskadenregelung, Smith-Prädiktorregler für Totzeitstrecken u.a. betrachtet.

### Literatur

S. X. Ding, Vorlesungsskript "Einführung in die Automatisierungstechnik" (wird jährlich aktualisiert, per Download verfügbar).

H. Unbehauen, Regelungstechnik 1. Vieweg, Braunschweig u.a., 13. Aufl. 2005.

G.F. Franklin und J. D. Powell et al.: Feedback Control of Dynamic Systems. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 5th ed. 2006.

J. Lunze, Regelungstechnik 1, 2. Auflage, Springer-Verlage, 1999.

## Schaltungstechnik (Grundlagen elektronischer Schaltungen)

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Schaltungstechnik (Grundlagen elektronischer Schaltungen)		Circuit Technology	
Lehrende			
Prof. Dr. Hendrik Wöhrle			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	60	60
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme Seminar; Prüfungsleistung: Klausur		ZKA 40053	

### Lernziele

Die Studierenden sind fähig zur/zum

- Analyse analoger integrierter Schaltungen
- Arbeitspunkteinstellung elektronischer Schaltungen
- Erstellung und Analyse von Kleinsignal-Ersatzschaltbildern
- Aufbau und Analyse von Operationsverstärkerschaltungen
- Analyse und Entwurf einfacher Digitalschaltungen

### Beschreibung

Die Lehrveranstaltung vermittelt ein breites Spektrum von Wissen in der Schaltungstechnik, beginnend mit den grundlegenden Konzepten bis hin zu einer Einführung in die digitale Schaltungstechnik. Im ersten Teil, den Grundlagen der Schaltungstechnik, werden verschiedene Analysemethoden für elektronische Schaltungen vorgestellt. Dies beinhaltet unter anderem die Arbeitspunkteinstellung und den Kleinsignalbetrieb, wobei der Begriff des Arbeitspunktes, der Linearisierung und der Kleinsignalanalyse erläutert werden. Im zweiten Teil werden (rückgekoppelte) Verstärker behandelt, wobei elementare Grundschaltungen für Verstärker wie Differenzverstärker, Impedanzwandler, Stromquellen, Stromspiegel und Ausgangsstufen behandelt werden. Rückkopplung und Stabilität spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, wobei Konzepte wie Mit- und Gegenkopplung, Ring- und Betriebsverstärkung, Bodediagramme, das Nyquist-Kriterium sowie Phasen- und Amplitudenrand erörtert werden. Darüber hinaus werden sowohl ideale als auch reale Operationsverstärkerschaltungen behandelt, wobei lineare Signalverarbeitungskonzepte mit Operationsverstärkern, wie invertierende und nicht-invertierende Verstärker, Addierer, Integrator, Differenzierer, Strom- und Spannungsquellen, sowie nichtlineare Schaltungen mit Operationsverstärkern, wie Komparatoren, Schmitt-Trigger, Gleichrichter, Begrenzer, Logarithmierer und Multiplizierer, behandelt werden. Die Thematik schließt mit einer Betrachtung von Oszillatoren und Kippschaltungen wie Multivibratoren, Sinusgeneratoren und Funktionsgeneratoren ab. Im dritten Teil, den Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik, werden kombinatorische Logik, Gatter und verschiedene Logikfamilien, darunter Inverter und Grundgatter, TTL, ECL und CMOS-Logik, behandelt. Dies wird ergänzt durch die Untersuchung von Flip-Flops und Speicher, einschließlich RS-Flip-Flop, MS-Flip-Flop und deren Aufbau. Zusätzlich werden grundlegende Konzepte des Systementwurfs und der Formulierung von Timing-Anforderungen, einschließlich hierarchischem Entwurf, Partitionierung und Taktversorgung, vorgestellt.

### Literatur

- U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002  
 B. Morgenstern: Elektronik I: Bauelemente, Elektronik II: Schaltungen, Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme, Braunschweig, Vieweg-Verlag, 1997  
 J. Bermeyer: Grundlagen der Digitaltechnik, Carl-Hauser-Verlag, 2001.  
 P.E. Allen und D.R. Holberg: CMOS Analog circuit design, Oxford University Press, 2. Auflage, 2002.

## Sensorik und Aktuatorik

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Sensorik und Aktuatorik	Sensorik und Aktuatorik	87-AIM-IW-19-1780	
Lehrende			
Prof. Dr. Dirk Söffker, Prof. Dr. Dieter Schramm			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	SoSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung	Duisburg		
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur oder mündliche Prüfung		ZKB 40056	

### Lernziele

Die Studierenden sollen verstehen, welche Rolle Sensoren und Aktuatoren in mechatronischen Systemen spielen und wie diese grundsätzlich aufgebaut sind. Die grundlegenden nutzbaren physikalisch-technischen Effekte sowie die Grundprinzipien bei der Nachbearbeitung der Messsignale sollen bekannt sein und der Absolvent soll für die jeweilige Anwendung beurteilen können, welche Sensoren und Aktuatoren vorteilhaft eingesetzt werden können.

### Beschreibung

Sensoren und Aktuatoren sind neben der Steuerelektronik, dem in der Software enthaltenen Prozesswissen sowie dem eigentlichen Arbeitsprozess ein unverzichtbarer Bestandteil jedes mechatronischen Systems. Die Vorlesung führt über die Definition und die Systematik von Sensoren und Aktuatoren, einer Einführung in die angewandten grundlegenden physikalischen-technischen Effekte sowie der Erläuterung typischer Sensorcharakteristiken hin zu einem Überblick über technische Anwendungen überwiegend aus Robotik, Fahrzeugtechnik und allgemeinem Maschinenbau.

Gliederung:

- Datenerfassung
- nutzbare physikalisch-technische Effekte
- Grundaufbau von Sensoren und Aktuatoren
- Eigenschaften von Sensoren und Aktuatoren
- Anwendungen.

### Literatur

Fraden: Handbook of Modern Sensors - Physics, Design and Applications Springer, 2004.

Janocha (Edt): Actuators – Basics and Applications Springer, 2004.

Online-Foliensatz (deutsch und englisch).

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

### Voraussetzungen

Grundkenntnisse auf den Gebieten Technische Mechanik, Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in den ersten 3 Semestern eines Bachelorstudiums des Ingenieurwesens vermittelt werden.

## Technische Mechanik 2

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Technische Mechanik 2	Mechanics 2		
Lehrende			
Dr. Francisco Geu Flores			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V4 Ü2	SoSe	deutsch	7
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
	Duisburg	90	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur		ZKB 40035	

### Lernziele

Vermittlung der Grundlagen der Dynamik und Ausbildung der Fähigkeit, technische Probleme der Dynamik selbstständig zu lösen.

### Beschreibung

1. Kinematik des Punktes: Darstellung in kartesischen und krummlinigen Koordinaten, natürliche, Bahn-, Polar-, Zylinder- und Kugelkoordinaten; eindimensionale Bewegung; graphische Darstellungsmöglichkeiten: Hodographen- und Tachographenkurve.
2. Kinematik des starren Körpers: ebene Bewegung, Momentanpol, Rast- und Gangpolbahn; räumliche Bewegung, Elemente der räumlichen Drehung, allgemeine räumliche Bewegung, Geschwindigkeitsschraube und -winder.
3. Grundlagen der Kinetik: Impuls- und Drallsatz.
4. Kinetik starrer Körper: der Drall des starren Körpers, einachsige Drehungen, Eigenschaften des Trägheitsmoments, Trägheitsradius, Drallsatz für die einachsige Drehung des starren Körpers, Elemente der räumlichen dynamischen Drehung, Euler'sche Ableitungsregeln für Relativbewegungen, Trägheitstensor, dynamische Eulergleichungen; ebene Bewegungen: Impuls und Drallsatz.
5. Energiesatz: Begriffe der Arbeit und Leistung, Potential- bzw. konservative Kräfte; Energiesatz für Punktmassen und starre Körper.
6. Kinetik des Schwerpunktes: Impulssatz für Systeme mit veränderlicher Masse, Zentralbewegungen.

### Literatur

Magnus, Müller; Grundlagen der Technischen Mechanik; Teubner Studienbücher  
Gross, Hauger, Schröder, Wall; Technische Mechanik; Springer Lehrbuch  
Pestl; Technische Mechanik; BI Wissenschaftsverlag  
Böge; Technische Mechanik; Vieweg Fachbücher der Technik

# Wahlpflichtbereich Profil "Ingenieure": "Grundlagen vernetzter Systeme"

## Rechnernetze und Kommunikationssysteme

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Rechnernetze und Kommunikationssysteme	Computer Networks and Communication Systems	b-m-rnk	
Lehrende			
Dr. Werner Otten, Prof. Dr. Torben Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	WiSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung (Powerpoint) + Übung (Aufgaben/Projekte)	Duisburg	45	75
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (90 min.)		ZKD 41019	

## Lernziele

Verständnis von Schichtenmodellen, Zugriffsstandards und Protokollfamilien, Fähigkeit Dienste, Adressen, Kommunikationsformen im Internet einzuordnen, Grundlagen von DNS, TCP/IP, WWW-Diensten.

## Beschreibung

Grundlagen Rechnerkommunikation, Hardwaregrundlagen, Paketübertragung (Ethernet, WLAN), TCP/IP-Protokollfamilie, IPv6, DNS, E-Mail-Protokolle, WWW, Sockets, Client/Server-Modelle.

## Literatur

Tanenbaum, Wetherall: Computernetzwerke  
Kurose, Ross: Computernetzwerke – Ein Top-Down-Ansatz

## Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Sicherheit in Kommunikationsnetzen

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Sicherheit in Kommunikationsnetzen	Security in Communication Networks	b-m-sik	
Lehrende			
Dr. Werner Otten, Prof. Dr. Torben Weis			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü1	SoSe	deutsch	4
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung (Powerpoint) + Übung (Aufgaben/Projekte)	Duisburg	45	75
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (90 min.)		ZKD 41020	

### Lernziele

Verstehen kryptographischer Verfahren (symmetrisch/asymmetrisch, Hashfunktionen, Signaturen), Authentifikations- und Schlüsselmanagement, Sicherheitsarchitekturen, Angriffsszenarien, Schutzmaßnahmen.

### Beschreibung

Grundlegende Technologien für Netzsicherheit: Kryptographie, Schlüsselaustausch, Digitale Signaturen, Zero-Knowledge-Proofs, Kerberos, IPSec, Sicherheitsmanagement, Schutz vor Trojanern, Viren, Würmern.

### Literatur

Bruce Schneier: Angewandte Kryptographie

G. Schäfer: Netzsicherheit

Klaus Schmeh: Kryptografie

William Stallings: Cryptography and Network Security

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

# Wahlpflichtbereich Profil "Ingenieure": "Theoretische Grundlagen der Informatik"

## Automaten und formale Sprachen

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Automaten und formale Sprachen	Automata and Formal Languages	b-m-afs	
Lehrende			
Prof. Dr. Barbara König			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Präsenzveranstaltung mit Folienpräsentation und Tafel	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (120 min.)		ZKD 50036	

### Lernziele

Die Studierenden sollen Kenntnisse auf dem Gebiet Automaten und formale Sprachen erwerben. Sie sollen sowohl reguläre als auch kontextfreie Sprachen und die dazugehörigen Automatenmodelle (endliche Automaten, Kellerautomaten) kennenlernen. Sie sollen selbst in der Lage sein, Automaten und Grammatiken aufzustellen und über ihre Adäquatheit zu argumentieren, entsprechende Algorithmen (Minimierung, CYK) und Beweismethoden (Pumping-Lemma) anwenden können. Außerdem sollen sie Kenntnisse über Turing-Maschinen und die Grundlagen der Berechenbarkeitstheorie erwerben und in der Lage sein, formal korrekte Notationen und einfache Beweise durchzuführen.

### Beschreibung

Die Theorie der formalen Sprachen bildet die Grundlage für viele andere Gebiete der Informatik, z.B. Informationsverarbeitung, Compilerbau, Verifikation, Modellierung.

Inhalte:

Grammatiken, Chomsky-Hierarchie, Wortproblem, Syntaxbäume, Reguläre Sprachen (Endliche Automaten, Reguläre Ausdrücke, Pumping-Lemma, Äquivalenzrelationen, Minimalautomaten, Abschlusseigenschaften, Entscheidbarkeit), Anwendung bei Protokollverifikation; Kontextfreie Sprachen (Normalformen, Pumping-Lemma, CYK-Algorithmus, Kellerautomaten, deterministisch kontextfreie Sprachen, Abschlusseigenschaften, Entscheidbarkeit, Anwendung bei XML/DTDs)

### Literatur

Uwe Schöning: Theoretische Informatik - kurzgefasst. Spektrum, 2001

John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman: Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie. Addison-Wesley/Pearson, 2002

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Logik

Veranstaltungsname	Event Name	Kürzel	
Logik	Logic	b-m-log	
Lehrende			
Prof. Dr. Barbara König			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	WiSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Präsenzveranstaltung mit Folienpräsentation und Tafel	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (120 min.)		ZKD 30001	

## Lernziele

Die Studierenden sollen die Sprache der Aussagenlogik und der Prädikatenlogik erster Stufe beherrschen lernen. Sie sollen mit den Grundbegriffen der mathematischen Logik vertraut werden und einige grundlegende Sätze wie den Endlichkeitssatz und die Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik kennenlernen. Ein Schwerpunkt wird auf algorithmische Aspekte der Logik gelegt (Resolutionsverfahren, Grundlagen der Logikprogrammierung). Neben der Kenntnis und Anwendung von Algorithmen und Beweisverfahren sollen die Studierenden auch in die Lage versetzt werden, natürlichsprachige Aussagen in logische Formeln umzusetzen und sicher mit Werkzeugen zum automatischen Beweis solcher Aussagen umgehen.

## Beschreibung

Logik dient in der Informatik unter anderem als Grundlage der Datenbanken (Abfragesprache SQL), als Beschreibungssprache für Schaltkreise und als Modellierungs- und Spezifikationsprache, wo sie auch für die Analyse und Verifikation von Programmen eingesetzt wird. In Form der Logik-Programmiersprache Prolog wird Logik auch zur Wissensverarbeitung und für Expertensysteme eingesetzt. Außerdem ist die Logik ein Anwendungsgebiet der Informatik, beispielsweise bei der Entwicklung von Theorembeweisern. Im Rahmen dieser Veranstaltung werden die Grundlagen der Aussagen- und Prädikatenlogik und ihre Anwendungen vermittelt.

Inhalte im Einzelnen:

- Aussagenlogik (Grundbegr., Äquivalenz, Normalformen, Resolution, Anwendung SAT-Solver)
- Prädikatenlogik erster Stufe (Grundbegriffe, Normalformen, Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik, Herbrandtheorie, Resolution in der Prädikatenlogik)
- Grundlagen der Logik-Programmierung (SLD-Resolution).

## Literatur

Uwe Schöning: Logik für Informatiker. Spektrum, 2000

Jon Barwise, John Etchemendy: Language, Proof, and Logic. Seven Bridges Press, 2000

## Voraussetzungen zur Prüfung

keine

## Voraussetzungen

keine

## Programmierparadigmen

Veranstaltungsname		Event Name	Kürzel
Programmierparadigmen		Programming Paradigms	b-m-ppg
Lehrende			
Prof. Dr. Janis Voigtländer			
SWS	Turnus	Sprache	ECTS
V2 Ü2	SoSe	deutsch	6
Lehrform	Campus	Präsenzleistung	Eigenleistung
Vorlesung mit Übung	Duisburg	60	120
Studien-/Prüfungsleistung		Prüfungsnummer	
Klausur (120 min.)		ZKD 41016	

### Lernziele

Verständnis verschiedener Programmierparadigmen (imperativ, funktional, logisch, domänenspezifisch), problemadäquate Sprachauswahl und Implementierung.

### Beschreibung

Konzepte von Programmiersprachen: Ausdrücke, Anweisungen, Typen, Abstraktion, Modularisierung, Polymorphismus, Logische Programmierung, Vergleich verschiedener Paradigmen.

### Literatur

Graham Hutton: Programming in Haskell  
Blackburn/Bos/Striegnitz: Learn Prolog Now!  
Sebesta: Concepts of Programming Languages  
Wilson/Clark: Comparative Programming Languages  
Watt: Programmiersprachen Konzepte und Paradigmen

### Voraussetzungen zur Prüfung

keine

### Voraussetzungen

keine

## **Legende / Impressum**

**WiSe** Wintersemester

**SoSe** Sommersemester

**SWS** Semesterwochenstunden

**ECTS** Anrechnungspunkte (Credits)

**V** Vorlesung

**Ü** Übung

**P** Praktikum

**S** Seminar

**d** deutsch

**e** englisch

**Universität Duisburg-Essen**

Fakultät für Informatik

Abteilung Allgemeine Informatik

Forsthausweg 2

47057 Duisburg

**Rechtlich bindend ist die Prüfungsordnung.**