



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science Informations-  
und Kommunikationstechnik

(Prüfungsordnungsversion: 2009)

# Inhaltsverzeichnis

Algorithmen und Datenstrukturen (93050).....	4
Algorithmik kontinuierlicher Systeme (93000).....	8
Bachelorarbeit (B.Sc. Informations- und Kommunikationstechnik 2009) (1999).....	10
Digitale Signalverarbeitung (93500).....	11
Digitale Übertragung (93510).....	13
Digitaltechnik (92510).....	15
Einführung in die IuK-Technik (93520).....	17
Elektronik und Schaltungstechnik (93530).....	19
Ereignisgesteuerte Systeme (93540).....	21
Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (93080).....	23
Grundlagen des Software Engineering (93550).....	25
Mathematik für IuK 1 (67670).....	27
Mathematik für IuK 2 (67680).....	29
Nachrichtentechnische Systeme (92601).....	31
Praktikum Schaltungstechnik (92640).....	34
Praktikum Software für die Mathematik (93570).....	36
Rechnerkommunikation (93150).....	39
Signale und Systeme I (92681).....	41
Signale und Systeme II (92682).....	43
Stochastische Prozesse (93580).....	45
Systemprogrammierung (93180).....	47
Wahlmodule aus EEI und INF	
BWL für Ingenieure (BW 1 + BW 2) (999823).....	50
Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum) (43394).....	52
Cyber-Physical Systems (44470).....	55
Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung (43400).....	57
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260).....	60
Kommunikationsstrukturen (96801).....	62
MIMO Communication Systems (96300).....	64
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (92531).....	66
Regelungstechnik A (Grundlagen) (92650).....	67
Schaltungstechnik (92660).....	69
Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (94940).....	71
Testfreundlicher Schaltungsentwurf (542026).....	73
Virtual Vision (96314).....	75
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (96833).....	77
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (96064).....	79
Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK	
Analoge elektronische Systeme (96500).....	82
Computer Graphics (43821).....	84
Echtzeitsysteme (43940).....	87
Eingebettete Systeme (44410).....	92
Entwurf integrierter Schaltungen I (96590).....	94
Globale Navigationssatellitensysteme (96401).....	96
Hardware-Software-Co-Design (43490).....	98
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601).....	100
Introduction to Machine Learning (65718).....	103
Kanalcodierung (96270).....	106
Kommunikationssysteme (43950).....	110

Mobile Communications (43141).....	112
Rechnerarchitektur (798810).....	114
Satellitenkommunikation (43460).....	116
Speech and Audio Signal Processing (96460).....	120
Verteilte Systeme (95280).....	123
<b>Seminar für IuK-Studierende</b>	
Audio Processing Seminar (330542).....	127
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik) (97760).....	129
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (97770).....	131
Hauptseminar Software Engineering (94595).....	133
Joint communications and sensing in wireless systems (92527).....	134
Konzepte von Betriebssystem-Komponenten (44590).....	136
Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung (914949).....	137
Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik (775681).....	139
Seminar Ausgewählte Kapitel der Systemsoftware (853387).....	142
Seminar Cyber-Physical Systems (504040).....	143
Seminar Electronic System Level Design (557590).....	145
Seminar Energieinformatik (93656).....	147
Seminar Kommunikationssysteme (B.Sc.) (609624).....	149
Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (987845).....	151
Seminar Nachrichtentechnische Systeme (123526).....	153
Seminar Technische Elektronik (108984).....	155
SystemC als Seminar für IuK (684316).....	156
Systems- and Networks-on-a-Chip (559050).....	158
<b>Praktikum oder Projektarbeit</b>	
Audio Processing Laboratory (894349).....	161
Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (97525).....	163
Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf (97500).....	166
Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (97520).....	168
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (97530).....	170
Laborpraktikum Image and Video Compression (97651).....	173
Laborpraktikum Kommunikationssysteme (330292).....	175
Laborpraktikum Nachrichtentechnische Systeme (97470).....	176
Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine (97720).....	179
Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (182405).....	180
Praktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (194239).....	181
Praktikum Software Engineering in der Praxis (102524).....	184
SoC-Entwurf (837918).....	185
Software Engineering in der Praxis (504407).....	187
SystemC als Praktikum (368903).....	188

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93050	<b>Algorithmen und Datenstrukturen</b> Algorithms and data structures	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: R-D4 (2 SWS) Übung: T-A1 (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Norbert Oster	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Programmierung</li> <li>• Datenstrukturen</li> <li>• Objektorientierung</li> <li>• JAVA-Grundkenntnisse</li> <li>• Aufwandsabschätzungen</li> <li>• Grundlegende Algorithmen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><u>A - Fachkompetenz:</u> Die Studierenden...</p> <p>1.) Grundlagen der Programmierung in Java</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Syntaxdiagramme für grundlegende Programmstrukturen und übertragen diese in entsprechenden Java-Code</li> <li>• deklarieren und verwenden Variablen mit adäquatem Java-Datentyp (primitive Typen, Reihungen, Zeichenketten)</li> <li>• überprüfen die Zulässigkeit der Variablendeklaration und -Wertzuweisung nach Java-Typ-Regeln</li> <li>• bestimmen den Datentyp und den Wert eines Java-Ausdrucks mit primitivem Datentyp und zugehörigen Operatoren</li> <li>• überführen einfache mathematische Ausdrücke in Java-Code</li> <li>• werten zusammengesetzte Bedingungen nach den Regeln der strikten bzw. faulen Auswertung für Java aus</li> <li>• konzipieren zu einer gegebenen Aufgabenstellung einen Algorithmus</li> <li>• implementieren einfache Algorithmen in Java unter Verwendung verschiedener Kontrollstrukturen</li> <li>• bestimmen die Gültigkeitsbereiche der Variablen anhand der Blockstruktur eines Java-Programms</li> <li>• strukturieren Java-Code in Methoden und entwickeln wiederverwendbare Funktionen</li> </ul> <p>2.) Rekursion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen den Typ der Rekursion für gegebene Java-Methoden</li> <li>• entwerfen rekursive Algorithmen zu einer gegebenen Problemstellung unter Anwendung des Induktionsprinzips, des Teile-und-Herrsche-Prinzips sowie des Rücksetzverfahrens und implementieren diese jeweils in Java</li> <li>• entwickeln effizientere Lösungen, indem sie rekursive Methoden in endrekursive bzw. iterative Methoden umwandeln, implementieren diese jeweils in Java-Code und bewerten deren Laufzeit- und Speicherverbrauch</li> </ul>

- bewerten und verbessern rekursive Lösungen unter Verwendung von Dynamischer Programmierung und implementieren diese in Java-Code

### 3.) Aufwandsanalyse

- analysieren den Laufzeitaufwand und den Speicherbedarf verschiedener Implementierungen
- klassifizieren den asymptotischen Laufzeitaufwand anhand der Komplexitätsklassen des O-Kalküls
- unterscheiden verschiedene Sortierverfahren (Blasensortierung, Sortieren durch Auswählen/Einfügen, Haldensortierung, Sortieren durch Verschmelzen/ Zerlegen/Fachverteilen) hinsichtlich ihres Laufzeit- und Speicherplatzbedarfs

### 4.) Objekt-Orientierte Programmierung in Java

- implementieren Java-Klassen gemäß textueller oder graphischer (UML) Spezifikation
- wenden Verfahren zur systematischen Ableitung von Klassen und Attributen (Hauptwortextraktion), ihren statischen Beziehungen (Vererbung, Polymorphie, Assoziationen) und ihrem dynamischen Zusammenspiel (CRC, Kollaboration) aus einer textuellen Problemstellung an und entwickeln so kleine objekt-orientierte Java-Programme
- instantiiieren Klassen und verwenden Objektvariablen sachgerecht
- unterscheiden statische und dynamische Bindung gemäß Polymorphie-Konzept von Java und wenden die Erkenntnisse sachgerecht bei der Entwicklung eigener Applikationen an

### 5.) Robustes Programmieren

- wenden Checklisten an, um typische Programmierfehler im Vorfeld zu vermeiden oder nach der Programmierung zu identifizieren
- benutzen verschiedenen Möglichkeiten zur Absicherung gegen Fehlersituationen und zur Fehlerrückmeldung (Rückgabewert, Ausnahmebehandlung)
- wenden Junit zum Testen von Java-Programmen an
- setzen Verfahren und Werkzeuge zur systematischen Lokalisierung und Behebung von Programmfehlern an (Debugging) und verbessern ihre Lösungen auf diese Weise iterativ

### 6.) Elementare Datentypen

- übertragen eine Spezifikation in Form eines Abstrakten Datentyps (ADT) in ein gleichwertiges Java-Modul
- erstellen eine formale Spezifikation eines Datentyps in Form eines Abstrakten Datentyps (ADT) aus einer gegebenen textuellen Beschreibung
- verstehen die grundlegende Behälterdatentypen (Liste, Stapel, Schlange, Streutabelle) und deren Eigenschaften (insbesondere Laufzeit- und Speicherplatzbedarf ihrer Operationen)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden generische Behälterdatentypen sachgerecht in eigenen Programmen</li> <li>• kennen die Verfügbarkeit generischer Behälterdatentypen in der Java-API und erschließen sich bei Bedarf selbst neue Datentypen sowie deren Funktionen aus der zugehörigen API-Spezifikation für die Verwendung in eigenen Programmen</li> </ul> <p>7.) Bäume und Graphen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten verschiedene Baum- und Graphdarstellungen hinsichtlich Zeitaufwand und Speicherbedarf</li> <li>• unterscheiden und klassifizieren die grundlegenden Baum-Arten (Suchbaum, AVL-Baum, Halde)</li> <li>• wenden die Grundoperationen (Einfügen, Suchen, Löschen, ggf. Restrukturieren) anhand von Beispieldaten auf gegebene Bäume artgerecht an</li> <li>• implementieren und verwenden verschiedene Baumstrukturen sachgerecht in eigenen Java-Programmen</li> <li>• führen verschiedene Durchlaufmöglichkeiten (Tiefensuche (DFS), Breitensuche (BFS)) für Graphen und Bäume auf Beispieldaten aus und setzen diese zielführend in eigenen Java-Programmen ein</li> <li>• wenden grundlegende Graphalgorithmen (Dijkstra, Floyd, Prim, Kruskal) auf Beispieldaten an und implementieren diese Verfahren in Java-Code</li> </ul> <p><u>B - Selbst- und Sozialkompetenz:</u> Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• organisieren sich selbständig zu Gruppen und koordinieren in gegenseitiger Absprache den organisatorischen und technischen Ablauf der Gruppenarbeiten</li> <li>• kommunizieren und erarbeiten gemeinsam Lösungen für theoretische Fragestellungen und praktische Programmieraufgaben in Rahmen von Gruppenaufgaben</li> <li>• planen und wenden zielgerichtet Maßnahmen zu gegenseitigen Qualitätssicherung der eingereichten Lösungen an (prüfen wechselseitig die Gruppenabgaben)</li> <li>• verantworten gemeinsam das Ergebnis ihrer Gruppenarbeit, deren Bewertung für beide Gruppenpartner gleichermaßen gilt</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Wichtiger Hinweis: Die Vorlesung fand letztmals im Wintersemester 2021/22 statt. Übungsbetrieb und Klausur werden vorerst noch in jedem Semester angeboten, allerdings endet das Angebot in naher Zukunft.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 2009
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Lehrbuch: Saake, Sattler: Algorithmen und Datenstrukturen - Eine Einführung mit JAVA

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93000	<b>Algorithmik kontinuierlicher Systeme</b> Algorithms for continuous systems	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen kont. Datenstrukturen (Gleitpunktzahlen, Rundungsfehleranalyse und Kondition, Diskretisierung und Quantisierung, Abtasttheorem, FFT)</li> <li>• Algorithmische Lineare Algebra (direkte und iterative Verfahren für lin. Gleichungssysteme, Ausgleichsprobleme)</li> <li>• Datenstrukturen für geometrische Objekte, Interpolation, Approximation, Grundlagen geometrischer Modellierung, Volumen- und Flächenberechnung.</li> <li>• Kontinuierliche und diskrete Optimierung, nichtlineare Probleme.</li> <li>• Grundlagen der Simulation: Algorithmen zur Lösung von Differentialgleichungen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Datenstrukturen und Algorithmen zur Behandlung kontinuierlicher Probleme. Die erworbenen Kompetenzen sind sowohl theoretisch-analytischer Art (Analyse von Komplexität, Konvergenz, Fehlerentwicklung) als auch von praktischer Natur (Implementierung der Algorithmen in einer objekt-orientierten Programmiersprache). Die Studierenden planen und bearbeiten kleine Programmierprojekte so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden. Sie erwerben damit insbesondere die Grundlagen, die für ein vertieftes Studium in den Bereichen Systemsimulation, Mustererkennung, Graphischer Datenverarbeitung unabdingbar sind.</p> <p>Fachkompetenz Wissen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die Definition von Gleitpunktzahlen wieder</li> <li>• reproduzieren Formeln zur Berechnung von Flächen und Volumina</li> </ul> <p>Verstehen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Kondition von Problemen</li> <li>• veranschaulichen Methoden der Freiformflächenmodellierung</li> <li>• erläutern das Abtasttheorem und die Fouriertransformation</li> </ul> <p>Anwenden Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implementieren Algorithmen zur Lösung von linearen Gleichungssystemen</li> <li>• lösen Interpolations- und Approximationsaufgaben</li> <li>• berechnen iterativ Lösungen von nichtlinearen Gleichungen</li> </ul> <p>Analysieren</p>

		<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Optimierungsprobleme</li> <li>• erforschen lineare Ausgleichsprobleme</li> </ul> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ lösen Aufgaben der Algorithmen kontinuierlicher Probleme in Gruppenarbeit</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1999	<b>Bachelorarbeit (B.Sc. Informations- und Kommunikationstechnik 2009)</b> Bachelor's thesis	<b>12,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 2009
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (5 Monate) mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (80%) mündlich (20%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
15	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
17	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93500	<b>Digitale Signalverarbeitung</b> Digital signal processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Digitale Signalverarbeitung (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course assumes familiarity with basic theory of discrete-time deterministic signals and linear systems and extends this by a discussion of the properties of idealized and causal, realizable systems (e.g., lowpass, Hilbert transformer) and corresponding representations in the time domain, frequency domain, and z-domain. Thereupon, design methods for recursive and nonrecursive digital filters are discussed. Recursive systems with prescribed frequency-domain properties are obtained by using design methods for Butterworth filters, Chebyshev filters, and elliptic filters borrowed from analog filter design. Impulse-invariant transform and the Prony-method are representatives of the considered designs with prescribed time-domain behaviour. For nonrecursive systems, we consider the Fourier approximation in its original and its modified form introducing a broad selection of windowing functions. Moreover, the equiripple approximation is introduced based on the Remez-exchange algorithm.</p> <p>Another section is dedicated to the Discrete Fourier Transform (DFT) and the algorithms for its fast realizations ('Fast Fourier Transform'). As related transforms we introduce cosine and sine transforms. This is followed by a section on nonparametric spectrum estimation. Multirate systems and their efficient realization as polyphase structures form the basis for describing analysis/synthesis filter banks and discussing their applications.</p> <p>The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems.</p> <p>A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter</li> <li>• wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren</li> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters</li> <li>apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance</li> <li>understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals</li> <li>understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks</li> <li>know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*</p> <p>*1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</p> <p>*2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</p> <p>*3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93510	<b>Digitale Übertragung</b> Digital communications	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	<b>Inhalt</b>	Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren. Diese Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der Analyse und des Entwurfs digitaler Sender und Empfänger. Dabei wird zunächst von einem einfachen Kanalmodell bei dem das Empfangssignal nur durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört wird ausgegangen. Im Verlauf der Vorlesung werden aber auch Kanäle mit unbekannter Phase sowie verzerrende Kanäle betrachtet. Behandelt werden unter anderem digitale Modulationsverfahren (z.B. Pulsamplitudenmodulation (PAM), digitale Frequenzmodulation (FSK), und Kontinuierliche-Phasenmodulation (CPM)), Orthogonalkonstellationen, das Nyquistkriterium in Zeit- und Frequenzbereich, optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, die Signalraumdarstellung digital modulierter Signale, verschiedene Entzerrungsverfahren, und Mehrträger-Übertragungsverfahren.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,</li> <li>• ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,</li> <li>• charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,</li> <li>• ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,</li> <li>• entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,</li> <li>• vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,</li> <li>• entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 6
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92510	<b>Digitaltechnik</b> Digital technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digit Übung - Parallelgruppe 2 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Digitaltechnik (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Sascha Breun Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul gibt eine automatenorientierte Einführung in den Entwurf digitaler Systeme. Mathematische Grundlagen kombinatorischer wie sequentieller digitaler Schaltsysteme werden behandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Entwurf kombinatorischer Schaltungen</li> <li>• Analyse kombinatorischer Schaltungen</li> <li>• Funktionsbeschreibung sequentieller Schaltungen</li> <li>• Struktursynthese sequentieller Schaltungen</li> <li>• Analyse sequentieller Schaltungen</li> </ul> <p>Im Rahmen dieses Moduls werden folgende Themen zunehmend vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von CMOS-Logik-Gattern</li> <li>• Schaltalgebra</li> <li>• Minimierung und Schaltungssynthese mit KVS-Diagrammen</li> <li>• Minimierung und Schaltungssynthese mit dem McCluskey-Verfahren</li> <li>• Zahlensysteme (Binärsystem, Oktalsystem, hexadezimalsystem)</li> <li>• Entwurf und Realisierung von Automaten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage</p> <p>Das Prinzip der Komplementärsymmetrie und dessen Bedeutung für die Digitaltechnik zu erläutern sowie grundlegende Gatterschaltungen auf Transistorebene zu zeichnen, zu erläutern und zu analysieren. Schaltfunktionen mathematisch mit Hilfe von schaltalgebraischen Ausdrücken zu beschreiben, diese Ausdrücke aufzustellen, umzuformen und zu minimieren.</p> <p>Verfahren zum systematischen Entwurf von Schaltnetzen zu verstehen und anzuwenden. Dazu gehört das Erstellen einer formalen Spezifikation sowie die Minimierung der spezifizierten Funktion mit Hilfe von z.B. Karnaugh-Veitch-Symmetriediagrammen oder dem Quine-McCluskey Verfahren. Die Studierenden können diese Verfahren anwenden und hinsichtlich ihres Implementierungsaufwands evaluieren. Die interne Darstellung von Zahlen in Digitalrechnern verstehen, verschiedene Darstellungsarten von vorzeichenbehafteten rationalen Zahlen bewertend zu vergleichen, Algorithmen für arithmetische Operationen innerhalb dieser Zahlendarstellungen zu erläutern und anzuwenden und typische Probleme dieser Darstellungsarten zu verstehen.</p>	

		Den Aufbau des Universalrechners nach von Neumann zu erläutern und dessen Komponenten zu verstehen. Anwendungsbereiche und Aufbau von Schaltwerken (Automaten) zu erläutern und den Prozess des Schaltwerksentwurfs von der Problemspezifikation, dem Zeichnen von Automatengraphen über die Minimierung der auftretenden Schaltfunktionen bis hin zur Realisierung des Schaltwerks mit Logikgattern selbständig durchzuführen.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93520	<b>Einführung in die IuK-Technik</b> Introduction to information and communication technology	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnik (4 SWS) Übung: Übung zur Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnik (2 SWS)	7,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger Marcelo Michael	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Zusammenhänge moderner Informations- und Kommunikationssysteme behandelt. Ein Schwerpunkt sind elektrotechnische und systemtechnische Grundlagen für die Beschreibung eingebetteter Kommunikationssysteme. Hierzu zählen einerseits die Vermittlung elektrotechnischer Grundbegriffe, die Analyse von Gleich- und Wechselstromnetzwerken sowie der Einsatz und die Beschreibung von nichtlinearen Bauelementen in elektronischen Schaltungen. Andererseits werden wichtige Grundbegriffe der Systemtheorie eingeführt. Mittels Fourier-Analyse und Fourier-Transformation erfolgt der Übergang vom Zeit- in den Frequenzbereich. Außerdem erfolgt eine Einführung in die mathematische Modellbildung am Beispiel linearer, zeitinvarianter Systeme.</p> <p>Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Struktur moderner Kommunikationssysteme. Neben wichtigen Grundbegriffen wird auf Signalklassen sowie auf die Analog-Digital-Wandlung analoger Quellensignale näher eingegangen. Weiterhin erfolgt eine Einführung in Übertragungsmedien, der Modulation von Signalen sowie in die Kanal- und Quellencodierung. Abschließend werden die behandelten Inhalte der Lehrveranstaltung am Beispiel aktueller Kommunikationssysteme praktisch aufgegriffen und zusammengefasst.</p> <p><b>*Inhalt:*</b></p> <p>Einführung</p> <p>Elektrotechnische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichstromkreis</li> <li>• Schaltvorgänge</li> <li>• Komplexe Wechselstromrechnung</li> </ul> <p>LTI-Systeme und Signaldarstellung im Frequenzbereich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourier-Analyse</li> <li>• Impulsantwort und Reaktion von LTI-Systemen</li> <li>• Übergang zur Fourier-Transformation</li> </ul> <p>Nichtlineare Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diode</li> <li>• Bipolartransistor</li> <li>• Operationsverstärker</li> </ul> <p>Grundlagen der Kommunikationstechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeiner Aufbau eines Kommunikationssystems</li> <li>• Signalklassen und Analog-Digital-Wandlung</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungsmedien</li> <li>• Modulation</li> <li>• Kanalcodierung</li> <li>• Quellencodierung</li> <li>• Systembeispiele</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche Grundbegriffe der Elektrotechnik erklären.</li> <li>• einfache Gleichstromnetzwerke analysieren.</li> <li>• zwischen stationären und dynamischen Netzwerken unterscheiden.</li> <li>• Netzwerke bei harmonischer Erregung durch Anwendung der komplexen Wechselstromrechnung analysieren.</li> <li>• nichtlineare Zweipole charakterisieren.</li> <li>• zwischen der Signaldarstellung im Zeit- und Frequenzbereich unterscheiden.</li> <li>• grundlegende Zusammenhänge von LTI-Systemen beschreiben.</li> <li>• die Grundstruktur von Kommunikationssystemen erläutern.</li> <li>• Übertragungsmedien gegenüberstellen und auswählen.</li> <li>• analoge und digitale Modulationsverfahren veranschaulichen.</li> <li>• einfache Kanal- und Quellencodierverfahren anwenden.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum zur Lehrveranstaltung</li> <li>• Steffen Paul, Reinhold Paul: Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1 Gleichstromnetzwerke und ihre Anwendungen</li> <li>• Martin Werner: Nachrichtentechnik Eine Einführung für alle Studiengänge</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93530	<b>Elektronik und Schaltungstechnik</b> Electronics and circuit technology	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen elektrischer Schaltungen</li> <li>• Berechnungsmethoden und Analyse analoger Schaltungen</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Halbleiterbauelemente</li> <li>• Dioden und Diodengrundsaltungen</li> <li>• Bipolare Transistoren und Transistorgrundsaltungen</li> <li>• Feldeffekttransistoren und Transistorgrundsaltungen</li> <li>• Grundsaltungen mit mehreren Transistoren</li> <li>• Operationsverstärker und OPV-Grundsaltungen</li> <li>• Analoge Filter</li> <li>• AD- und DA-Umsetzer</li> <li>• Optoelektronische Bauelemente</li> <li>• Grundsaltungen der Digitaltechnik</li> <li>• Halbleiterspeicher</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen elektrischer Schaltungen</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage statische elektrische Netze zu berechnen, sowie dynamische Vorgänge mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung zu beschreiben</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Ersatzschaltbilder für Transistor- und Diodenschaltungen zu erstellen, mit deren Hilfe sie die Funktion elektronischer Baugruppen beschreiben können</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Beschaltungen für Transistoren sowie Operationsverstärker zu dimensionieren, um gewünschte Schaltungsfunktionen zu realisieren</p> <p>Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundsaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern, Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern, sowie Analog Filter und können diese erläutern</p> <p>Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen digitaler Grundsaltungen sowie digitaler Speicher</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	

		Die im Rahmen der Übungen gestellten Hausaufgaben können abgegeben werden und werden in diesem Fall bewertet. Auf Basis des Ergebnisses dieser Bewertungen können insgesamt bis zu 10 Bonuspunkte erworben werden, die zu dem Ergebnis einer bestandenen Klausur (insgesamt maximal erreichbare Punktzahl: 100) hinzugerechnet werden. Der maximal erreichbare Bonus entspricht damit einer Verbesserung um maximal 0,7 Notenstufen.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93540	<b>Ereignisgesteuerte Systeme</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-EGS (2 SWS) Vorlesung: Ereignisgesteuerte Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die rasante Entwicklung von Rechnertechnologien in den vergangenen Jahrzehnten hatte die Verbreitung neuer dynamischer und komplexer Systeme zu Folge. Wesentliche Charakteristika solcher Systeme sind Verteiltheit, Nebenläufigkeit und das asynchrone Auftreten diskreter Ereignisse. Der Prozess, neue Modelle und Methoden für ereignisgesteuerte Systeme zu entwickeln, ist vergleichsweise jung. Der Rechner selbst spielt hierbei eine entscheidende Rolle als Werkzeug für Systementwurf, Analyse und Steuerung.</p> <p>Das Modul EGS hat zum Ziel, Modellierungs-, Simulations- und Entwurfsmethoden für verteilte und ereignisdiskrete Systeme zu vermitteln. Die Methoden werden dabei beispielhaft auf Anwendung aus den Bereichen Computernetzwerke, automatischen Produktionssysteme, komplexen Softwaresysteme und integrierte Steuerungs-, Kommunikations- und Informationssysteme angewendet. In diesem Kontext behandelt das Modul daher die folgenden Themenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften komplexer Systeme</li> <li>• Überblick über Systeme und Modelle</li> <li>• Zeitfreie und zeitbehaftete Modelle</li> <li>• Stochastische Modelle</li> <li>• Umsetzung in Programmiersprachen</li> <li>• Simulation-, Entwurfs- und Testverfahren auf der Basis der vorgestellten Modelle.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz - Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erläutern grundlegende Techniken zur Modellierung diskreter, ereignisgesteuerter Systeme, zeigen deren Vor- und Nachteile auf und vergleichen diese bezüglich Ihrer Mächtigkeit.</li> </ul> <p><b>Fachkompetenz - Anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden Modellierungs- und Analysetechniken aus dem Bereich endlicher Automaten, Petri-Netze, Markov-Ketten auf komplexe Systeme an.</li> <li>• Die Studierenden setzen die Modellierung und Analyse eines Systems mit einem konkreten Entwurfswerkzeug um.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93080	<b>Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation</b> Foundations of computer architecture and computer organisation	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung ist, die Grundlagen beim Aufbau eines Rechners zu vermitteln. Dies beinhaltet die Grundkomponenten, wie das Leitwerk, das Rechenwerk, das Speicherwerk und das Ein-/Ausgabewerk. Ausgehend vom klassischen von Neumann-Rechner wird der Bogen bis zu den Architekturen moderner Rechner und Prozessoren geschlagen. Grundprinzipien der Ablaufsteuerung bei der Bearbeitung von Befehlen werden ebenso behandelt wie Aufbau und Funktionsweise eines Caches und die Architektur von Speichern im Allgemeinen. Das Konzept der Mikroprogrammierung wird erläutert. Ferner wird der Einstieg in die hardwarenahe Programmierung moderner CPUs mittels Assembler vorgestellt und erprobt. Aufbau und Funktionsweise peripherer Einheiten und Bussysteme werden ebenfalls behandelt.</p> <p>Die Studierenden sollen am Ende der Vorlesung den Aufbau und die Funktionsweise der Architektur eines Rechners, z.B. eines PCs, und des darin enthaltenen Prozessors nicht nur kennen, sondern auch die Gründe für deren Zustandekommen verstanden haben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung kennen die Studierenden die Grundkomponenten eines Rechners, z. B. eines PCs, und können diese auch im Zusammenspiel als Gesamtsystem erklären, sowie die Eigenheiten verschiedener Architekturen diskutieren. Sie können die Funktionsweise von Grundkomponenten wie Leitwerk, Rechenwerk, Speicherwerk, Ein-/Ausgabewerk, Bussystemen, sowie peripherer Komponenten erläutern und in die Struktur eines Computersystems einordnen. Sie kennen den Aufbau von Caches, bzw. von Speichern im Allgemeinen und verstehen die Funktionsweise der Ablaufsteuerung, insbesondere in Bezug auf die Abarbeitung von Befehlen. Weiterhin können die Studierenden Konzepte der Mikroprogrammierung unterscheiden, sowie hardwarenahe Programme in Assembler verstehen, modifizieren und erstellen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4;2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A quantitative approach, 4.Auflage, 2006, MorganKaufmann.</p> <p>Patterson/Hennessy: Computer Organization &amp; Design, 4.Auflage, 2008, MorganKaufmann.</p> <p>Stallings, Computer Organization &amp; Architecture, 8.Auflage, 2009, Prentice Hall.</p> <p>Märting, Rechnerarchitekturen, 2001, Fachbuchverlag Leipzig.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93550	<b>Grundlagen des Software Engineering</b> Foundations of software engineering	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Francesca Saglietti
5	<b>Inhalt</b>	Das Modul befasst sich mit einem breiten Spektrum an ingenieurwissenschaftlichen Prinzipien und alternativen Vorgehensweisen bei der Konzeption, Entwicklung, Analyse, Organisation und Pflege großer, komplexer Softwaresysteme.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären systematische und strukturierte Prozessmodelle (wie das Wasserfall- und V-Modell) zur Entwicklung komplexer Software-Systeme</li> <li>• erfassen wesentliche Prinzipien der Software-Entwicklung (wie Kohäsion und Kopplung)</li> <li>• erläutern systematische Methoden zur Anforderungsermittlung an und wesentliche Ziele der Anforderungsanalyse</li> <li>• benutzen ausgewählte Spezifikationssprachen (wie Endliche Automaten, Petri-Netze und Z), um komplexe Problemstellungen eindeutig zu formulieren</li> <li>• wenden UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) zum Zweck objektorientierter Analyse- und Design-Aktivitäten an;</li> <li>• beschreiben unterschiedliche Arten der Wiederverwendung von Entwurfselementen und lösen typische Entwurfsprobleme durch Anwendung etablierter Entwurfsmuster</li> <li>• benutzen Software-Metriken zur Bestimmung der Software-Komplexität</li> <li>• wenden unterschiedliche Nachweisverfahren, wie z.B. statische Analyse, funktionales und strukturelles Testen, oder Korrektheitsbeweise an</li> <li>• stellen die Bedeutung der Wartung im Software-Entwicklungsprozess heraus</li> <li>• erläutern verschiedene Aspekte des Software-Projektmanagements</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 2009
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Lehrbuch der Softwaretechnik, Helmut Balzert, Spektrum Akad. Verlag, 2000

1	<b>Modulbezeichnung</b> 67670	<b>Mathematik für IuK 1</b> Mathematics for ICT 1	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematik für Ingenieure E1: ET,IuK,ME (4 SWS) Übung: IngMathE1U (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Maria Neuß	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Michael Fried
5	<b>Inhalt</b>	Grundlagen* Aussagenlogik, Mengen, Relationen, Abbildungen *Zahlensysteme* natürliche, ganze, rationale und reelle Zahlen, komplexe Zahlen *Vektorräume* Grundlagen, Lineare Abhängigkeit, Spann, Basis, Dimension, euklidische Vektor- und Untervektorräume, affine Räume *Matrizen, Lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme* Matrixalgebra, Lösungsstruktur linearer Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, inverse Matrizen, Matrixtypen, lineare Abbildungen, Determinanten, Kern und Bild, Eigenwerte und Eigenvektoren, Basis, Ausgleichsrechnung *Grundlagen Analysis einer Veränderlichen* Grenzwert, Stetigkeit, elementare Funktionen, Umkehrfunktionen
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden lernen <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Begriffe und Strukturen der Mathematik</li> <li>• Aufbau des Zahlensystems</li> <li>• sicheren Umgang mit Vektoren und Matrizen</li> <li>• Lösungsmethoden zu linearen Gleichungssystemen</li> <li>• Grundlagen der Analysis und der mathematischen exakten Analysemethoden</li> <li>• grundlegende Beweistechniken in o.g. Bereichen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (90 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.

14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
17	<b>Literaturhinweise</b>	Skripte des Dozenten  M. Fried, Mathematik für Ingenieure I für Dummies, Wiley  A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, Pearson  K. Finck von Finckenstein, J. Lehn et. al.,  Arbeitsbuch für Ingenieure, Band I, Teubner

1	<b>Modulbezeichnung</b> 67680	<b>Mathematik für IuK 2</b> Mathematics for ICT 2	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.Dr. Martin Gugat
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Differentialrechnung einer Veränderlichen*</p> <p>Ableitung mit Rechenregeln, Mittelwertsätze, LHospital, Taylor-Formel, Kurvendiskussion</p> <p>*Integralrechnung einer Veränderlichen*</p> <p>Riemann-Integral, Hauptsatz der Infinitesimalrechnung, Mittelwertsätze, Partialbruchzerlegung, uneigentliche Integration</p> <p>*Folgen und Reihen*</p> <p>reelle und komplexe Zahlenfolgen, Konvergenzbegriff und -sätze, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, iterative Lösung nichtlinearer Gleichungen</p> <p>*Grundlagen Analysis mehrerer Veränderlicher*</p> <p>Grenzwert, Stetigkeit, Differentiation, partielle Ableitungen, totale Ableitung, allgemeine Taylor-Formel, Extremwertaufgaben, Extremwertaufgaben mit Nebenbedingungen, Theorem über implizite Funktionen</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Funktionen einer reellen Veränderlichen mit Hilfe der Differentialrechnung</li> <li>• berechnen Integrale von Funktionen mit einer reellen Veränderlichen</li> <li>• stellen technisch-naturwissenschaftliche Problemstellungen mit mathematischen Modellen dar und lösen diese</li> <li>• erklären den Konvergenzbegriff bei Folgen und Reihen</li> <li>• berechnen Grenzwerte und rechnen mit diesen</li> <li>• analysieren und klassifizieren Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher an Hand grundlegender Eigenschaften</li> <li>• wenden grundlegende Beweistechniken in o.g. Bereichen an</li> <li>• klassifizieren gewöhnliche Differentialgleichungen nach Typen</li> <li>• wenden elementare Lösungsmethoden auf Anfangswertprobleme bei gewöhnlichen Differentialgleichungen an</li> <li>• wenden allgemeine Existenz- und Eindeutigkeitsresultate an</li> <li>• erschließen den Zusammenhang zwischen Analysis und linearer Algebra</li> <li>• wenden die erlernten mathematischen Methoden auf die Ingenieurwissenschaften an</li> <li>• erkennen die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffs</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 112 h Eigenstudium: 188 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
17	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Skripte des Dozenten</p> <p>v. Finckenstein et.al: Arbeitsbuch Mathematik fuer Ingenieure: Band I Analysis und Lineare Algebra. Teubner-Verlag 2006, ISBN 9783835100343</p> <p>A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, 2, Pearson</p> <p>H. Heuser, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Teubner</p> <p>M. Fried: Mathematik für Ingenieure I für Dummies. Wiley</p> <p>M. Fried: Mathematik für Ingenieure II für Dummies. Wiley</p> <p>W. Merz, P. Knabner: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2013</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92601	<b>Nachrichtentechnische Systeme</b> Communication systems	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zu Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (1 SWS) Tutorium: Tutorium Nachrichtentechnische Systeme - Termin 3 (2 SWS) Vorlesung: Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Nachrichtentechnische Systeme - Systemaspekte (2 SWS)	- - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	<b>Inhalt</b>	<h3>Übertragungstechnik</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundbegriffe</li> <li>• Quellensignale und deren Modellierung</li> <li>• Übertragungskanäle und deren Modellierung</li> <li>• Analoge Modulationsverfahren</li> <li>• Pulsmodulation</li> <li>• Grundbegriffe der Informationstheorie</li> <li>• Digitale Übertragung</li> </ul> <h3>Systemaspekte</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung von Übertragungskanälen (Dopplereffekt, Schwundtypen)</li> <li>• wichtige Eigenschaften von Signalen zur Kanalmessung und Datenübertragung (Spreizcodes, Walsh-Folgen, Exponentialfolgen)</li> <li>• Zugriff auf das Übertragungsmedium mittels CDMA, OFDM und CSMA</li> <li>• Anwendung der Verfahren in DRM, UMTS, IEEE 802.11 und GPS als Vertreter typischer Rundfunk-, Mobilfunk, WLAN- und Mess-Systeme</li> <li>• kurze Einführung in die Verkehrstheorie (Poissonprozess, Durchsatz)</li> <li>• kurze Einführung in Kommunikationsprotokolle, Systemarchitekturen und das Internet-Schichtenmodell.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben die Aufgaben nachrichtentechnischer Systeme. Sie beschreiben und modellieren Signale mathematisch mit Zufallsprozessen und können diese in den Frequenzbereich transformieren. Sie rechnen lineare Größen in logarithmische Darstellungen um (und zurück) und verwenden die Pegelgrößen sicher.</li> </ul>

- Die Studierenden analysieren analoge Quellensignale, kennen und nutzen dabei die Kenngrößen und Annahmen bzgl. Bandbegrenzung, Spitzenwertbegrenzung usw. Sie unterscheiden analoge und digitale Quellensignale und beschreiben letztere ebenso anhand der üblichen Kenngrößen.
- Die Studierenden erläutern die Definition des Übertragungskanals sowie mögliche Ursachen für Signalverzerrungen und andere Störeinflüsse. Sie beschreiben den Kanal in äquivalenten komplexen Basisband, insbesondere beschreiben und analysieren sie die Ausbreitung von Signalen bei der Funkübertragung sowie auf Kabeln mit den dort auftretenden Effekten (z.B. Mehrwegeausbreitung, Dämpfung usw.). Sie verwenden additives weißes Rauschen zur Modellierung physikalischer Rauschprozesse in Zeit- und Frequenzbereich. Ebenso verwenden und analysieren die Modelle des AWGN-Kanals und des frequenzselektiven Schwundkanals. Sie bewerten Übertragungsverfahren anhand der Kriterien Leistungseffizienz und Bandbreiteneffizienz.
- Die Studierenden analysieren und beschreiben mathematisch die gängigen Amplitudenmodulationsverfahren (Ein- und Zweiseitenbandmodulation, Quadraturamplitudenmodulation) in Zeit- und Frequenzbereich. Dies gilt ebenso für die Frequenzmodulation. Sie bewerten diese Modulationsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm und analysieren den Einfluss von additiven Störern. Sie beschreiben die Grundstrukturen der zugehörigen Empfänger, insbesondere des Überlagerungsempfängers.
- Die Studierenden beschreiben den Übergang von analogen zu digitalen Signalen und analysieren die Effekte von Abtastung und Quantisierung. Sie untersuchen die Auswirkungen von Kompanierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulscodemodulation.
- Die Studierenden verwenden das Shannon'sche Informationsmaß, Quellencodierungstheorem und die wechselseitige Information zur mathematischen Beschreibung der Nachrichtenübertragung über gestörte Kanäle. Sie erklären das Kanalcodierungstheorem und analysieren im Detail den AWGN-Kanal und seine Varianten bzgl. informationstheoretische Größen.
- Die Studierenden erklären die digitale Pulsamplitudenmodulation und analysieren die zugehörigen Sender, die Signale sowie die kohärente Demodulation in Zeit- und Frequenzbereich. Sie ermitteln die Fehlerwahrscheinlichkeit und nutzen dazu das Gaußsches Fehlerintegral und die Error Function. Sie bewerten die digitalen Übertragungsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm. Die Studierenden verstehen die Motivation für den Einsatz von Kanalcodierung bei digitaler Übertragung.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlegende Methoden und Signale zur Kanalmessung und zum Kanalzugriff</li> <li>◦ Grundlegendes zu Strukturen und Protokollen in Kommunikationssystemen</li> </ul> </li> <li>• Die Studierenden lernen nachrichtentechnischen Signale und Verfahren anzuwenden und zu analysieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Klausur (100%)</p> <p><b>Hausaufgaben/Bonuspunkte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es können durch das Lösen von Hausaufgaben während des Semesters bis zu 12 Bonuspunkte erworben werden. Diese werden bei bestandener Prüfung zusätzlich in die Bewertung mit einbezogen.</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripten zu den Vorlesungen</li> <li>• Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner Verlag, 3. Aufl.</li> <li>• Anderson, Johannesson: Understanding Information Transmission, John Wiley, 2005</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92640	<b>Praktikum Schaltungstechnik</b> Laboratory: Circuit technology	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: PR ST (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Manuel Koch Sascha Breun Sebastian Peters Fabian Michler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Praktikum ist aufgeteilt in fünf Versuche, die das theoretische Wissen über die analoge und digitale Schaltungstechnik vertiefen und besonders die Anwendung in der Praxis zeigen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bedienung der Messgeräte</li> <li>2) Bipolar und MOSFET-Transistorschaltungen</li> <li>3) Operationsverstärker-Anwendungen</li> <li>4) Digitaltechnik</li> <li>5) Analog-Digital-Umsetzung</li> </ol>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studenten lernen, grundlegende elektronische Schaltungen zu simulieren, aufzubauen und zu vermessen und mit den Simulationsergebnissen zu vergleichen. Das Verständnis wird durch den praktischen Umgang mit Bipolar- und Feldeffekttransistoren sowie Operationsverstärkern vertieft. Des Weiteren werden digitale Schaltungen entworfen aufgebaut und verifiziert. Außerdem vermittelt der Umgang mit Analog-Digital und Digital-Analog-Umsetzern die Anwendung der Systemtheorie.</p> <p>Die Anwesenheit ist verpflichtend, da der Kompetenzerwerb im Umgang mit Messgeräten nur durch die Präsenz im Labor erlangt werden kann.</p> <p>Um die Sicherheit zu gewährleisten, ist die tägliche Teilnahme an den Unterweisungen zu den einzelnen Versuchen verpflichtend.</p> <p>Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studenten in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messaufbauten mit Messgeräten wie z.B. Multimeter, Signalgenerator, Oszilloskop im Zeit- und Frequenzbereich zu untersuchen,</li> <li>• den inneren Aufbau von Operationsverstärkern zu analysieren, indem dieser mit diskreten Transistorschaltungen aufgebaut wird,</li> <li>• komplexe Anlogschaltungen mittels Simulationen und Messungen zu analysieren und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren,</li> <li>• durch einen Vergleich von gemessenen und simulierten Ergebnissen den Einfluss von parasitären Eigenschaften nachzuvollziehen,</li> <li>• komplexe logische Verknüpfungen zu vereinfachen und sie als Schal-tung aufzubauen und die Funktion zu überprüfen,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• theoretische und messtechnische Zusammenhänge von Quantisierungsverhalten in Mixed-Signal-Schaltungen am Beispiel eines 8 Bit Analog-Digital-Umsetzers zu analysieren,</li> <li>• Filterentwurf und Aufbau am Beispiel eines Rekonstruktionsfilters für die Digital-Analog-Umsetzung durchzuführen und dessen Amplituden- und Phasengang zu bestimmen,</li> <li>• sich mit komplexen Fragenstellungen in Gruppenarbeit auseinander-zusetzen,</li> <li>• sich bei auftretenden Problemen mit weitergehender Literatur selbständig oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungsansätze zu er-arbeiten,</li> <li>• Simulations- und Messergebnisse sinnvoll zu dokumentieren und auf Plausibilität zu prüfen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93570	<b>Praktikum Software für die Mathematik</b> Laboratory: Software for Mathematics	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Software für die Mathematik [WING] (3 SWS)	2,5 ECTS
		Praktikum: Praktikum Software für die Mathematik [LuK] (3 SWS) Ja.	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Maximilian Schäfer Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	<b>Inhalt</b>	Einführung in den Umgang mit dem Mathematik-Paket MATLAB anhand von Beispielen aus der Schulmathematik und der linearen Algebra. 1) Einführung in Matlab 2) Graphische Ausgabe in Matlab 3) Eigenschaften von Matrizen 4) Polynome und Nullstellen 5) Symbolisches Rechnen mit Matlab
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Allgemeines</b></p> <p>Die Studierenden erlernen anhand ausgewählter, grundlegender Beispiele die Anwendung des "Software-Tools" Matlab zur Lösung mathematischer bzw. ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen.</p> <p>Grundlage des Praktikums ist die Beherrschung der Schulmathematik (gemäß Lehrplan für Gymnasien in Bayern) und der Inhalte der Mathematikvorlesungen des bisherigen Studienverlaufs (1. Fachsemester). Die Voraussetzungen umfassen insbesondere folgende Teilgebiete: Analysis (Kurvendiskussion von Funktionen einer Veränderlichen, Integration von Funktionen einer Veränderlichen), lineare Algebra (Gleichungssysteme, Gauß'sche Elimination, Eigenwerte), komplexe Zahlen (Polardarstellung und -koordinaten).</p> <p>Aufbauend auf den oben genannten mathematischen Grundlagen erlernen die Studierenden den Umgang mit dem Programmpaket MATLAB. Im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden unterscheiden die verschiedenen Datentypen in MATLAB und erstellen Variablen für Vektoren bzw. Matrizen; sie wenden die grundlegenden Rechenoperationen auf diese Variablen an.</li> <li>• Die Studierenden erstellen eigene Skriptdateien und entwerfen eigene Funktionen; hierzu verwenden sie u.a. Schleifen, bedingte Anweisungen und Verzweigungen.</li> <li>• Sie geben mathematische Funktionen einer Variablen grafisch aus und wenden Interpolationswerkzeuge an. Sie nutzen die Möglichkeiten der dreidimensionalen Darstellung für Funktionen mehrerer Veränderlicher. Ebenso visualisieren sie komplexwertige Problemstellungen, wie sie in der Elektrotechnik üblich sind.</li> </ul>

- Die Studierenden lösen lineare Gleichungssysteme numerisch mit MATLAB und implementieren dazu eigene Funktionen; sie berechnen die Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen; sie nutzen den Satz von Cayley-Hamilton für die effiziente Berechnung von Matrixpotenzen.
- Die Studierenden werten Polynome mit MATLAB numerisch aus und implementieren dazu eigene Funktionen; sie nutzen MATLAB für die Berechnung von Produkten und Summen von Polynomen und differenzieren Polynome; sie erstellen eigene Funktionen für die numerische Nullstellensuche und approximieren Funktionen mit Polynomen;
- Die Studierenden lösen symbolische Gleichungssysteme mit MATLAB und führen eine Kurvendiskussion mit MATLAB bzw. der zugehörigen "Symbolic MATH Toolbox" durch; sie bestimmen mit MATLAB die Oberfläche und das Volumen von Rotationskörpern.

## Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden benutzen die Online-Hilfe von MATLAB zur Suche nach und zur Klärung der Verwendungsweise von MATLAB-Befehlen. Sie arbeiten sich mittels der bereitgestellten Unterlagen und einführender Literatur zu den mathematischen Themen selbstständig in die behandelte Thematik ein.

## Selbstkompetenz

Die Studierenden erkennen die notwendigen reglementierten Abläufe des Praktikums und organisieren ihre Arbeit entsprechend (Pünktlichkeit, Anwesenheitspflicht, Vorbereitung, Dokumentation der Ergebnisse). Sie erkennen die Vorzüge einer gründlichen Vorbereitung und Vertiefung der Inhalte der Versuche. Die Studierenden erkennen bereits während der häuslichen Vorbereitungen der Versuche etwaige fachliche Lücken und schließen diese selbstständig.

## Sozialkompetenz

Die Studierenden fertigen die geforderte Versuchsvorbereitung an, geben diese als Paar vor der Versuchsbearbeitung ab und lösen gemeinsam als Paar die Praktikumsaufgaben im Rechnerraum. Sie tauschen sich über die gestellten mathematischen/ programmiertechnischen Probleme aus und präsentieren und erläutern die erarbeiteten Lösungen als Kleingruppe.

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Schulmathematik, Ingenieurmathematik I
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 2009
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<b>Hinweise zur Durchführung des Praktikums</b>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sind 5 Versuche zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben.</li> <li>• Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten, die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuch überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die erstellten Unterlagen sind auf StudOn elektronisch zu archivieren.</li> <li>• Die Ergebnisse eines jeden Versuchsabschnitts sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten und werden zum Abschluss des Versuchs mündlich überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Eine schriftliche Dokumentation ist nicht erforderlich. Die erstellten Dateien (Matlab-Code) sind auf StudOn zu archivieren.</li> <li>• Zum Bestehen des Praktikums sind fünf ausreichende Versuchsvorbereitungen und fünf ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.</li> <li>• Ein fehlender Versuch kann innerhalb des Praktikumszeitraums nachgeholt werden.</li> <li>• Die Teilnahme an einer Vorbesprechung des Praktikums sowie die Registrierung in der dem Praktikum zugehörigen StudOn-Gruppe sind Voraussetzung für die Teilnahme an den Versuchen.</li> <li>• Die Vorbesprechung kann durch ein asynchron während der Vorlesungszeit zu absolvierendes Lernmodul auf StudOn ersetzt werden.</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum zum Praktikum</li> <li>• jedes grundlegende Lehrbuch zur höheren Mathematik, insbesondere zur Analysis, zur linearen Algebra und zu komplexen Zahlen</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93150	<b>Rechnerkommunikation</b> Computer communications	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhard German	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Rechnerkommunikation und durchläuft von oben nach unten die Schichten des Internets:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsschicht</li> <li>• Transportschicht</li> <li>• Netzwerkschicht</li> <li>• Sicherungsschicht</li> <li>• Physikalische Schicht</li> </ul> <p>Sicherheit wird als übergreifender Aspekt behandelt. An verschiedenen Stellen werden analytische Modelle eingesetzt, um Wege für eine quantitative Auslegung von Kommunikationsnetzen aufzuzeigen. Die Übung beinhaltet praktische und theoretische Aufgaben zum Verständnis der einzelnen Schichten.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über zentrale Mechanismen, Protokolle und Architekturen der Rechnerkommunikation (Topologie, Schicht, Adressierung, Wegsuche, Weiterleitung, Flusskontrolle, Überlastkontrolle, Fehlersicherung, Medienzugriff, Bitübertragung) am Beispiel des Internets und mit Ausblicken auf andere Netztechnologien</li> <li>• Kenntnisse über Sicherheit, Leistung und Zuverlässigkeit bei der Rechnerkommunikation</li> <li>• praktische Erfahrung in der Benutzung und Programmierung von Rechnernetzen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Hausaufgaben zu Rechnerkommunikation (Übungsleistung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studienleistung, Übungsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS</li> <li>• weitere Erläuterungen: Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für den unbenoteten Übungsschein sind 60% der Punkte je Aufgabenblatt zu erreichen</li> </ul> <p>Rechnerkommunikation (Klausur):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 2.5 ECTS</li> </ul>	

		• Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Lehrbuch: Kurose, Ross. Computer Networking. 8th Ed., Pearson, 2021.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92681	<b>Signale und Systeme I</b> Signals and systems 1	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zu Signale und Systeme I (TUTSISY I) (1 SWS) Vorlesung: Signale und Systeme I (2 SWS) Übung: Übung zu Signale und Systeme I (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Maximiliane Gruber Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Frank Sippel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Kontinuierliche Signale*</p> <p>Elementare Operationen, Delta-Impuls, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation</p> <p>*Fourier-Transformation*</p> <p>Definition, Symmetrien, inverse Transformation, Sätze und Korrespondenzen</p> <p>*Laplace-Transformation*</p> <p>Definition, Eigenschaften und Sätze, Inverse Transformation, Korrespondenzen</p> <p>*Kontinuierliche LTI-Systeme im Zeitbereich*</p> <p>Impulsantwort, Sprungantwort, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Direktformen, Zustandsraumdarstellung, äquivalente Zustandsraumdarstellungen, Transformation auf Diagonalfom</p> <p>*Kontinuierliche LTI-Systeme im Frequenzbereich*</p> <p>Eigenfunktionen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich</p> <p>*Kontinuierliche LTI-Systeme mit Anfangsbedingungen*</p> <p>Lösung mit der Laplace-Transformation, Lösung über die Zustandsraumbeschreibung, Zusammenhang zwischen Anfangswert und Anfangszustand</p> <p>*Kontinuierliche LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen*</p> <p>Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und idealer Bandpass</p> <p>*Kausalität und Hilbert-Transformation*</p> <p>Kausale kontinuierliche LTI-Systeme, Hilbert-Transformation, analytisches Signal</p> <p>*Stabilität und rückgekoppelte Systeme*</p> <p>Übertragungsstabilität, kausale stabile kontinuierliche LTI-Systeme, Stabilitätskriterium von Hurwitz, rückgekoppelte Systeme</p> <p>*Abtastung und periodische Signale*</p> <p>Delta-Impulskamm und seine Fourier-Transformierte, Fourier-Transformierte periodischer Signale, Abtasttheorem, ideale und nichtideale Abtastung und Rekonstruktion, Abtastung im Frequenzbereich</p>

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Die Studierenden*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren kontinuierliche Signale mit Hilfe der Fourier- und Laplace-Transformation</li> <li>• bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• berechnen System- und Übertragungsfunktionen für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• analysieren die Eigenschaften von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung</li> <li>• stufen kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme an-hand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein</li> <li>• bewerten Kausalität und Stabilität von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen</li> <li>• beurteilen die Effekte und Grenzen einer Abtastung von kontinuierlichen Signalen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Grundlagen der Elektrotechnik I+II" *oder* Module Einführung in die IuK" sowie Elektronik und Schaltungstechnik"
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie", Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2005

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92682	<b>Signale und Systeme II</b> Signals and systems 2	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Diskrete Signale*</p> <p>Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation</p> <p>*Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze</p> <p>*Diskrete Fourier-Transformation (DFT)*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze, Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT)</p> <p>*z-Transformation*</p> <p>Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich*</p> <p>Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzgleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich*</p> <p>Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich</p> <p>*Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen*</p> <p>Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer</p> <p>*Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation*</p> <p>Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator</p> <p>*Stabilität diskreter LTI-Systeme*</p> <p>BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung</p> <p>*Beschreibung von Zufallssignalen*</p> <p>Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale</p> <p>*Zufallssignale und LTI-Systeme*</p> <p>Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung</li> <li>• stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein</li> <li>• bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen</li> <li>• bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen</li> <li>• beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93580	<b>Stochastische Prozesse</b> Stochastic processes	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Wahrscheinlichkeitsrechnung und Zufallsvariablen*</p> <p>Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariablen, uni- und multivariate Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten; Funktionen von Zufallsvariablen und deren Verteilungen und dichten; Erwartungswerte; spezielle Verteilungen (diskrete und kontinuierliche); Grenzwertsätze</p> <p>*Stochastische Prozesse*</p> <p>Verteilungen, Dichten und Erwartungswerte eindimensionaler Stochastischer Prozesse; Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität; Schwach stationäre, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Prozesse im Zeit- und Frequenzbereich; lineare zeitinvariante (LZI) Systeme und schwach stationäre Prozesse</p> <p>*Schätztheorie*</p> <p>Punkt- und Intervallschätzung; Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke; Hypothesentests und Entscheidungsverfahren (binäre Entscheidungen, Teststatistiken, Chi-Quadrat-Test); Binäre Entscheidungen, Neyman-Pearson-Kriterium</p> <p>*Lineare Optimalfilterung*</p> <p>Orthogonalitätsprinzip; zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Wiener-Filterung; adaptive Filter (LMS, NLMS); zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signalangepasste Filter</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen und Stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten</li> <li>• verstehen die Unterschiede zwischen allgemeinen, stationären und ergodischen Prozessen</li> <li>• kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen und Prozesse</li> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsprozessen am Ausgang von LZI-Systemen im Zeitbereich und im Frequenzbereich</li> <li>• verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme</li> <li>• kennen elementare Hypothesentests und Entscheidungsverfahren</li> <li>• analysieren Optimalfilterprobleme und wenden das Orthogonalitätsprinzip zur Ableitung optimaler Filter an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen und wenden das Konzept der signalangepassten Filterung an</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Hänsler: Statistische Signale, Springer 1998; Papoulis/Pillai: Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Prentice Hall, 2002

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93180	<b>Systemprogrammierung</b> System programming	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS) Übung: SP-RÜ R08 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS)	- - 2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Luis Gerhorst Maximilian Ott Thomas Preisner Jonas Rabenstein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)</li> <li>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> <li>• Programmierung von Systemsoftware</li> <li>• C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen</li> <li>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen</li> <li>• erlernen die Programmiersprache C</li> <li>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008</li> </ul>

# Wahlmodule aus EEI und INF

1	<b>Modulbezeichnung</b> 999823	<b>BWL für Ingenieure (BW 1 + BW 2)</b> Business administration for engineers (BW 1 + BW 2)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	
5	<b>Inhalt</b>	<p>BW 1 (konstitutive Grundlagen): Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl</p> <p>BW 2 (operative Leistungsprozesse): Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre</li> <li>verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen</li> <li>erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb.</li> <li>können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwendung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen</li> <li>wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43394	<b>Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum)</b>	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS) Übung: CGTutP (2 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Linus Franke Prof. Dr. Marc Stamminger Laura Fink	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphik Pipeline</li> <li>• Clipping</li> <li>• 3D Transformationen</li> <li>• Hierarchische Display Strukturen</li> <li>• Perspektive und Projektionen</li> <li>• Sichtbarkeitsbetrachtungen</li> <li>• Rastergraphik und Scankonvertierung</li> <li>• Farbmodelle</li> <li>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Schattierungsverfahren</li> <li>• Ray Tracing und Radiosity</li> <li>• Schatten und Texturen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder</li> <li>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone</li> <li>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</li> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Sichtbarkeitsberechnung</li> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> <li>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline</li> <li>• implementieren 3D Transformationen mithilfe der Programmiersprache C++ und der graphischen Bibliothek OpenGL</li> <li>• Implementieren Beleuchtungsmodelle und Texturierung von virtuellen 3D Objekten mithilfe der Programmiersprachen OpenGL und GLSL</li> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>describe the processing steps in the graphics pipeline</li> <li>explain clipping algorithms for lines and polygons</li> <li>explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates</li> <li>depict techniques to compute depth, occlusion and visibility</li> <li>compare the different color models</li> <li>describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes</li> <li>explain the algorithms for rasterization and scan conversion</li> <li>solve problems with shading and texturing of 3D virtual models</li> <li>classify different shadowing techniques</li> <li>explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (60 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002</li> <li>Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson</li> <li>Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice</li> <li>Rauber: Algorithmen der Computergraphik</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik</li><li>• Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics</li></ul> |
|--|--|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44470	<b>Cyber-Physical Systems</b> Cyber-physical systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Dr.-Ing. Torsten Klie	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt.</p> <p>Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren.</p> <p>Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten</p> <p>stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung entdecken wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrea Bondavalli, Sara Bouchenak und Hermann Kopetz (Hrsg.) Cyber-Physical Systems of Systems: Foundations – A Conceptual Model and Some Derivations: The AMADEOS Legacy. Springer 2016.</li> <li>• Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992.</li> <li>• Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010.</li> <li>• Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010.</li> <li>• Peter Marwedel Embedded Systems Design – Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, 4. Auflage. Springer 2021</li> <li>• André Platzner Logic Foundations of Cyber-physical Systems. Springer 2018.</li> <li>• Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg +Teubner 2008.</li> <li>• Walid M. Taha, Abd-Ehamid M. Taha und Johan Thunberg Cyber-physical Systems – A Model-based Approach. Springer 2021.</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43400	<b>Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung</b> Equalisation and adaptive systems for digital communications	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Equalization and Adaptive Systems for Digital Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Bei der digitalen Übertragung spielen Kanalverzerrungen aufgrund ständig steigender Datenraten eine immer grössere Rolle. Bei vielen Anwendungen müssen für eine zuverlässige Übertragung komplexe Entzerrverfahren eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die leitungsgebundene als auch die drahtlose Kommunikation. Z.B. werden in der xDSL-Systemfamilie (Digital Subscriber Lines), die eine schnelle digitale Übertragung über Ortsanschlussleitungen gewährleistet, oft entscheidungsrückgekoppelte Entzerrverfahren oder Vorcodierungsverfahren eingesetzt und beim Mobilfunkstandard GSM und seiner Weiterentwicklung EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung bzw. zustandsreduzierte Entzerrung. Eng im Zusammenhang mit der eigentlichen Entzerrung stehen Adaptionenverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können.</p> <p>Lernziel: Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionenverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen.</p> <p>Content: Channel distortions are playing an increasingly important role in digital transmission due to constantly increasing data rates. In many applications, complex equalization techniques must be used for a reliable transmission. This applies to both wired and wireless communication. For example, decision feedback equalization or precoding techniques are often used in the xDSL (Digital Subscriber Lines) system family, which ensures fast digital transmission over local subscriber loops, and the GSM system and its advanced version EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) employ maximum likelihood sequence estimation and state-reduced equalization. Closely related to the task of equalization are adaptation methods with which the parameters of the equalizer can be optimally adjusted to the transmission channel.</p> <p>Objective: The aim of the lecture is a comprehensive presentation of common equalization and adaptation methods. The participants should acquire an in-depth knowledge of the various procedures which enables them to make meaningful design decisions in practice.</p>	

6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung,</li> <li>• setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten,</li> <li>• vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität,</li> <li>• wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus,</li> <li>• entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen,</li> <li>• formulieren Adaptionalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal,</li> <li>• ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionalgorithmus zu.</li> </ul> <p>Learning Objectives and Competences: The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation,</li> <li>- realize various approaches in block diagrams and optimize their components,</li> <li>- compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity,</li> <li>- select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission,</li> <li>- design novel schemes for given requirements,</li> <li>- formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel,</li> <li>- assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Gerstacker, W.: Skriptum zur Vorlesung Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung.</p> <p>Huber, J.: Trelliscodierung, Springer Verlag, Berlin, 1992.</p> <p>Benedetto, S., Biglieri, E.: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, Kluwer Academic Publishers, New York, 1999.</p> <p>Proakis, J. G.: Digital Communications. McGraw-Hill, New York, 3. ed., 1995.</p> <p>Haykin, S.: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3. ed., 1996.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96260	<b>Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (2 SWS) Übung: Übungen zu Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu Albert-Marcel Schrotz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transceiver-Architekturen</li> <li>• Hochfrequenzaspekte</li> <li>• Transistoren und Technologien</li> <li>• Passive Bauelemente und Netzwerke</li> <li>• Rauscharme Vorverstärker</li> <li>• Mischer</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Phasenregelschleifen und Synthesizer</li> <li>• Messtechnische Grundlagen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Aufbau sowie Vor- und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen</li> <li>• Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren</li> <li>• Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen</li> <li>• Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer, Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96801	<b>Kommunikationsstrukturen</b> Communication structures	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationsstrukturen (2 SWS) Übung: Übungen zu Kommunikationsstrukturen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jürgen Frickel
5	<b>Inhalt</b>	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information und Kommunikation</li> <li>• Anwendungsgebiete - Kommunikation</li> </ul> <p><b>Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Definitionen und Klassifikationen</li> <li>• Grundlegende Strukturen</li> </ul> <p><b>Protokolle und Schnittstellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Basis-Verfahren und Beispiele</li> <li>• TCP/IP-Protokol</li> <li>• Referenzmodell nach ISO/OSI</li> <li>• Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC)</li> <li>• Bitübertragungsschicht/Physical Layer</li> <li>• Übertragungsmedien</li> </ul> <p><b>Hardware in Kommunikationsstrukturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HW-Architekturen und Funktionsblöcke</li> <li>• Digitale und Analoge Komponenten</li> <li>• Schaltungsdetails von Komponenten</li> </ul> <p><b>Grundlagen von Bussystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation</li> <li>• Funktionale Eigenschaften</li> <li>• Arbitrierungs-Verfahren</li> </ul> <p><b>Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnerysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bus-Applikationen</li> <li>• Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .)</li> <li>• Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .)</li> <li>• Busse für Rechensysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .)</li> <li>• Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .)</li> </ul> <p><b>Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldkommunikation</li> <li>• Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .)</li> <li>• Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .)</li> <li>• Weitverkehrsnetze</li> <li>• SDH, PDH, ATM,</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.

		<p>2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen.</p> <p>3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96300	<b>MIMO Communication Systems</b> MIMO communication systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	
5	<b>Inhalt</b>	Modern communication systems employ multiple antennas at the transmitter and/or receiver creating a multiple-input multiple-output (MIMO) system. This course covers the fundamental mathematical and communication theoretical concepts necessary for the design and analysis of MIMO communication systems. Relevant topics include MIMO Channel Capacity, Receive Diversity, Transmit Diversity, Space-Time Coding, Spatial Multiplexing, MIMO Transceiver Design, Multi-user MIMO, Massive MIMO, Relay-based MIMO, and applications in modern communication systems.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>learn about different MIMO channel models,</li> <li>analyze MIMO communication systems with respect to their channel capacity and reliability,</li> <li>determine MIMO figures of merit such as coding gain, diversity gain, and multiplexing gain,</li> <li>compare and evaluate different MIMO receiver designs,</li> <li>characterize the rate region of multiuser systems,</li> <li>analyze massive MIMO systems,</li> <li>discuss the advantages and disadvantages of different relay network architectures.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>lernen verschiedene MIMO-Kanalmodelle kennen,</li> <li>analysieren MIMO-Kommunikationssysteme hinsichtlich der Kanalkapazität und Zuverlässigkeit,</li> <li>ermitteln MIMO-Kenngrößen wie Codierungsgewinn, Diversitätsgewinn und Multiplexgewinn,</li> <li>vergleichen und beurteilen verschiedene MIMO-Empfangsstrategien,</li> <li>charakterisieren die Ratenregion von Mehrteilnehmersystemen,</li> <li>analysieren Massive-MIMO-Systeme,</li> <li>diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Relaisnetzwerkarchitekturen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basic course in communications	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	<b>Inhalt</b>	Das Modul Quantentechnologien 1 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken, Herrmann &amp; Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik</li> <li>• Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92650	<b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b> Control engineering A (Foundations)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der Regelungstechnik und befähigt zur Beschreibung und Untersuchung linearer Systeme und zum Entwurf einfacher und mehrschleifiger Regler im Frequenzbereich. Die Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik</li> <li>• Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild</li> <li>• Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang</li> <li>• Auslegung einschleifiger Regelkreise</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern.</li> <li>• Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren.</li> <li>• das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben.</li> <li>• eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen.</li> <li>• aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln.</li> <li>• zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern.</li> <li>• Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen.</li> <li>• die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen.</li> <li>• entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind.</li> <li>• für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen.</li> <li>• ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen.</li> <li>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016</li> <li>• M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004</li> <li>• W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>• R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002</li> <li>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92660	<b>Schaltungstechnik</b> Circuit technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET</li> <li>• Transistor-Grundsaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten</li> <li>• Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler</li> <li>• Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen</li> <li>• Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundsaltungen, Modelle, Anwendungen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundsaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern und Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern und können diese erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren.</li> <li>• Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94940	<b>Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ebenso wie die Sektoren Verkehr und Industrie, gerät auch das private Wohnen zunehmend in das Spannungsfeld aus Ressourcenschonung und demografischem Wandel. Mit intelligenter Automatisierungstechnik ist es möglich, diesen Herausforderungen zu begegnen. Eine besondere Beachtung ist hier den soziologischen und ökonomischen Bedarfen zu schenken. Folgende Themenschwerpunkte werden im Rahmen der virtuellen Vorlesung adressiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung im privaten Umfeld</li> <li>• Energieeffizient Wohnen mit intelligenter Automatisierungstechnik</li> <li>• Steigerung von Sicherheit und Komfort durch nutzergerechte Hausautomation</li> <li>• Betrachtung soziologischer, technologischer und ökonomischer Begleitfaktoren</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach Bearbeitung der Lehrveranstaltung sollen Sie als Studierende folgende Lernziele erreicht haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Begriff Smart Home und die Interdependenzen seiner Domänen sind Ihnen bekannt</li> <li>• Sie kennen die Charakteristiken der technischen Anlagen zur Stromerzeugung und deren physikalischen Grundlagen</li> <li>• Sie sind fähig je nach Anforderung ein geeignetes Heizsystem auszuwählen</li> <li>• Sie kennen die Grundlagen zu Transport- und Verteilung elektrischer Energie</li> <li>• Die Problematik der Anbindung dezentraler, regenerativer Erzeugungsanlagen an das elektrische Versorgungsnetz ist Ihnen bekannt</li> <li>• Ein Überblick zu vorhandener Sensorik und Aktorik im AAL-Bereich herrscht vor</li> <li>• Sie kennen die charakteristischen Vor- und Nachteile der verschiedenen etablierten Kommunikationstechnologien im Smart-Home-Umfeld</li> <li>• Sie können Prozesse und Methoden aufzählen und erklären, die für eine technische Realisierung eines sich selbst organisierenden Smart Homes wichtig sind</li> <li>• Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung</li> <li>• Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 542026	<b>Testfreundlicher Schaltungsentwurf</b> Design-for-Test	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Testfreundlicher Schaltungsentwurf (Design-for-Test) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jürgen Alt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jürgen Alt Peter Meisel
5	<b>Inhalt</b>	<p>Diese Vorlesung vermittelt die Grundlagen des Testfreundlichen Schaltungsentwurfs (Design-for-Test). Schwerpunkte hierbei sind digitale Schaltungselemente mit detaillierten Darstellungen zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlermodellierung</li> <li>• Prüfbus (Scan Design)</li> <li>• Eingebauter Selbsttest (Built-In Self-Test)</li> <li>• Allgemeine Testbarkeitsprobleme</li> </ul> <p>Als generelle Prinzipien, die auch für andere technische Disziplinen gültig sind, werden im Rahmen der Vorlesung herausgearbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexität und ihre Beherrschung</li> <li>• Strukturierte und funktionsorientierte Methoden</li> <li>• Optimierungen im Entwicklungsprozess und ihre Abhängigkeit von Marktsegmenten</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die wirtschaftliche Bedeutung von Test und Testbarkeit</li> <li>• Die Studierenden erlernen die grundlegenden Schaltungen und Methoden zum testfreundlichen Schaltungsentwurf</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden charakterisieren in Systemstudien die jeweils eingesetzten Testmethoden</li> <li>• Die Studierenden erklären die Vorgehensweise beim Test von Analog- und Hochfrequenzmodulen</li> <li>• Die Studierenden erschließen den Einfluss der Komplexität auf die Lösung technischer Probleme</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beurteilen die Bedeutung von Standards an Beispielen</li> <li>• Die Studierenden vergleichen notwendige Optimierungen im Entwicklungsprozess in Abhängigkeit von Marktsegmenten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96314	<b>Virtual Vision</b> Virtual vision	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Virtual Vision (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Christian Herglotz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Menschliches Sehen Sichtfeld und Fovea Dynamic Range Stereoskopie Eigenschaften der Lichtfeldfunktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Helligkeit</li> <li>• 3D und Tiefe</li> <li>• Farben</li> <li>• Räumliche und zeitliche Auflösung</li> </ul> <p>Energieeffizienz in der Videokommunikation. Content: Human Vision Field of view and fovea Dynamic Range Stereoscopy Properties of the light field function</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brightness</li> <li>• 3D and depth</li> <li>• Colors</li> <li>• Spatial and temporal resolution</li> </ul> <p>Energy efficiency in video communications</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• give an overview on basic properties of the human visual system</li> <li>• know and explain all hardware and software components necessary to perform video capturing, processing, and display.</li> <li>• describe differences and properties of video formats such as fisheye, 360°, or high dynamic range</li> <li>• distinguish video formats and discuss advantages and disadvantages</li> <li>• show real-time demonstrations of these video formats with common portable devices</li> <li>• assess the quality and the compression performance of video formats</li> <li>• come up with new strategies to improve processing algorithms like stitching or compression.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben. References for further reading will be given in the lecture.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96833	<b>Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Christian Tobias Veihelmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jens Kirchner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Lehrveranstaltung wendet sich an Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die kurz vor Beginn einer Abschlussarbeit stehen, das erste Mal ein Seminar belegen und/oder eine erste Publikation erstellen wollen. Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Vorarbeiten</li> <li>• Einführung ins Projektmanagement</li> <li>• Wissenschaftliche Methodik</li> <li>• Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen</li> <li>• Organisation von Informationen</li> <li>• Aufbereiten von Informationen</li> <li>• Wissenschaftliches Publizieren</li> <li>• Gliedern: Roter Faden und Balance</li> <li>• Wissenschaftlicher Stil</li> <li>• Einführung in LaTeX</li> <li>• Literaturverwaltung mit BibTeX &amp; Co.</li> <li>• Erstellen und Halten von Präsentationen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren.</li> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren.</li> <li>• Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen.</li> <li>• Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96064	<b>Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Tobias Veihelmann Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Lehrveranstaltung wendet sich an Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die kurz vor Beginn einer Abschlussarbeit stehen, das erste Mal ein Seminar belegen und/oder eine erste Publikation erstellen wollen. Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Vorarbeiten</li> <li>• Einführung ins Projektmanagement</li> <li>• Wissenschaftliche Methodik</li> <li>• Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen</li> <li>• Organisation von Informationen</li> <li>• Aufbereiten von Informationen</li> <li>• Wissenschaftliches Publizieren</li> <li>• Gliedern: Roter Faden und Balance</li> <li>• Wissenschaftlicher Stil</li> <li>• Einführung in LaTeX</li> <li>• Literaturverwaltung mit BibTeX &amp; Co.</li> <li>• Erstellen und Halten von Präsentationen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren.</li> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.</li> <li>• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen.</li> <li>• Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlmodule aus EEI und INF Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96500	<b>Analoge elektronische Systeme</b> Analogue electronic systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analoge elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Analoge elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Torsten Reißland Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Christof Pfannenmüller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldeffekttransistor</li> <li>• Verstärker, Leistungsverstärker</li> <li>• Nichtlinearität und Verzerrung</li> <li>• Filtertheorie</li> <li>• Realisierung von Filtern</li> <li>• Intrinsisches Rauschen (Konzepte)</li> <li>• Physikalische Rauschursachen</li> <li>• Rauschparameter</li> <li>• Mischer</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Phasenregelschleifen (PLLs)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Anlogschaltungen zu erklären</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne</li> <li>• Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen</li> <li>• Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten</li> <li>• Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage komplexe Anlogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren</li> <li>• Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang</li> <li>• Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43821	<b>Computer Graphics</b> Computer graphics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Linus Franke Laura Fink Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphik Pipeline</li> <li>• Clipping</li> <li>• 3D Transformationen</li> <li>• Hierarchische Display Strukturen</li> <li>• Perspektive und Projektionen</li> <li>• Sichtbarkeitsbetrachtungen</li> <li>• Rastergraphik und Scankonvertierung</li> <li>• Farbmodelle</li> <li>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Schattierungsverfahren</li> <li>• Ray Tracing und Radiosity</li> <li>• Schatten und Texturen</li> </ul> <p>Contents: This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics pipeline</li> <li>• clipping</li> <li>• 3D transformations</li> <li>• hierarchical display structures</li> <li>• perspective transformations and projections</li> <li>• visibility determination</li> <li>• raster graphics and scan conversion</li> <li>• color models</li> <li>• local and global illumination models</li> <li>• shading models</li> <li>• ray tracing and radiosity</li> <li>• shadows and textures</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder</li> <li>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone</li> <li>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</li> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Sichtbarkeitsberechnung</li> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline</li> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> <li>• bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the processing steps in the graphics pipeline</li> <li>• explain clipping algorithms for lines and polygons</li> <li>• explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates</li> <li>• depict techniques to compute depth, occlusion and visibility</li> <li>• compare the different color models</li> <li>• describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes</li> <li>• explain the algorithms for rasterization and scan conversion</li> <li>• solve problems with shading and texturing of 3D virtual models</li> <li>• classify different shadowing techniques</li> <li>• explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002</li> </ul>

- Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson
- Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice
- Rauber: Algorithmen der Computergraphik
- Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik
- Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43940	<b>Echtzeitsysteme</b> Real-time computing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Wägemann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus?</p> <p>In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme</li> <li>• statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren</li> <li>• Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen</li> <li>• Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen</li> </ul> <p>In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems.</li> <li>• bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart).</li> <li>• erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung.</li> <li>• klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem.</li> <li>• interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts.</li> <li>• nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...).</li> <li>• unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).</li> </ul>	

- skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls.
- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleiche die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review.
- erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs.
- beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode).
- skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit).
- erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorientierter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).
- unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan) und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb.
- wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.
- unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).

- nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten).
- erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen.
- beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse).
- implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos.
- unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme.
- erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen).
- vergleiche Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung.
- unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound).
- diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen.
- erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos.
- klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit).
- definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch)
- zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf.
- beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb).
- quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems.
- formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing.
- beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern.
- unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX).
- wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an.
- arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing.
- ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph).
- stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit).
- beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse.
- übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz).

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos.</li> <li>• implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos.</li> <li>• wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an.</li> <li>• beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP).</li> <li>• nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen).</li> <li>• hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten.</li> <li>• bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung.</li> <li>• implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos.</li> <li>• erläutern die Anforderungen an verteilte Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht).</li> <li>• fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen.</li> <li>• erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen.</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.</li> <li>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.</li> <li>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.</li> <li>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997.</li> <li>• Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000.</li> <li>• Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44410	<b>Eingebettete Systeme</b> Embedded systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-ES (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Khalil Esper Dominik Walter Patrick Plagwitz PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Schwerpunkt des Moduls ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.</p> <p>Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden).</p> <p><b>Content:</b> <i>The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques. Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).</i></p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems.</li> <li>• Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ und „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)“ aus.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96590	<b>Entwurf integrierter Schaltungen I</b> Design of integrated circuits I	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS) Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler Florian Deeg Tobias Rumpel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es wird in die Grundlagen des integrierten digitalen Schaltungsentwurfes auf Basis von CMOS eingeführt. Ausgehend vom MOS Transistor wird die Complementary Logik erklärt und auf gängige statische und dynamische Schaltelemente und ihre Erweiterungen auf hochintegrierte Schaltungen bis 0.13µm eingegangen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitaler IC Entwurf für Deep Submicron</li> <li>• MOS Transistor</li> <li>• Herstellung, Layout und Simulation</li> <li>• MOS Inverterschaltung</li> <li>• Statische CMOS Gatter-Schaltungen</li> <li>• Entwurf von Logik mit hoher Schaltrate</li> <li>• Transfer-Gatter und dynamische Logik</li> <li>• Entwurf von Speichern</li> <li>• Zusätzliche Themen des Speicherentwurfs</li> </ul> <p>Content</p> <p>It introduces students to the basics of digital integrated circuit design in CMOS. Starting from the MOS transistor, complementary logic is explained. Common static and dynamic switching elements are discussed as well as their extensions to large scale integrated circuits (0.18µm-0.13µm).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deep Submicron Digital IC Design</li> <li>• MOS Transistor</li> <li>• Fabrication, Layout and Simulation</li> <li>• MOS Inverter Circuits</li> <li>• Static CMOS Gate-Circuits</li> <li>• Design of Logic with High Switching Rate</li> <li>• Transfer-Gates and Dynamic Logic</li> <li>• Design of Memory</li> <li>• Additional Topics of Memory Design</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden gewinnen einen Überblick über existierende Integrationstechnologien und Entwurfsmethodiken für Integrierte Schaltungen in 0,18µm und 0,13µm CMOS. Dabei verstehen die Studierenden auch die Zusammenhänge zwischen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Halbleiterfertigung.</li> </ul>	

		<p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden analysiert das Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren. Daneben können sie verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten.</li> </ul> <p>Learning objectives and competencies: Understand</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS (0.18<math>\mu</math>m-0.13<math>\mu</math>m), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing.</li> </ul> <p>Evaluate (Assess)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literatur: D. A. Hodges, H. G. Jackson, R. A. Saleh, Analysis and Design of Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 3rd Ed 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96401	<b>Globale Navigationssatellitensysteme</b> Global navigation satellite systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Globale Navigationssatellitensysteme (1 SWS) Vorlesung: Globale Navigationssatellitensysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Jörn Thielecke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Hinweis:*</p> <p>1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (Python) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen. 2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll den Studierenden Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben.</p> <p>*Inhalte:*</p> <p>* 1. Überblick: Signale und Systeme *</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• GPS Global Positioning System</li> <li>• Galileo</li> <li>• Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS</li> <li>• Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen</li> </ul> <p>* 2. Grundlagen und Funktionsweise der Satellitenortung *</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits</li> <li>• Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen</li> <li>• Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung</li> <li>• Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase</li> </ul> <p>* 3. GNSS Empfänger *</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalkonditionierung</li> <li>• Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale</li> <li>• Releschleifen zur Signalverfolgung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll die Beurteilungsfähigkeit der Studierenden für neue Anwendungen schärfen. 2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen die Studierenden die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen. 3. Die Studierenden sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie: 1. Mindestens 75% der Hausaufgaben bestanden haben UND 2. Mindestens 75% der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	1. Pratap Misra, Per Enge, "Global Positioning System", Ganga-Jamuna Press, 2001  2. E.D. Kaplan, C.J. Hegarty, "Understanding GPS Principles and Applications" Artech House, 2. Auflage, 2006  3. Werner Mansfeld, "Satellitenortung und Navigation", Vieweg, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43490	<b>Hardware-Software-Co-Design</b> Hardware-software-co-design	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	<b>Inhalt</b>	<p>Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelefone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren.</p> <p>Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation.</p> <p>1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen.  2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software  3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung)  4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese)  5) Verifikation und Cosimulation  6) Tafelübungen</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs.</li> <li>Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)“ aus.

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> <li>• Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93601	<b>Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung</b> Information theory and coding	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Information Theory and Coding (1 SWS) Vorlesung: Information Theory and Coding (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	<b>Inhalt</b>	<p>1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix</p> <p>2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes law, likelihood, Jensens inequality</p> <p>3. Inference: inverse probability, statistical inference</p> <p>4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers</p> <p>5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding</p> <p>6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform</p> <p>7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma</p> <p>8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity</p> <p>9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels</p> <p>10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel</p> <p>11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isnt everything</p> <p>12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm</p> <p>13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm</p> <p>14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth</p> <p>15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression</p> <p>--</p> <p>1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix</p> <p>2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung</p> <p>3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz</p> <p>4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen</p> <p>5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung</p>

		<p>6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation</p> <p>7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma</p> <p>8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität</p> <p>9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle</p> <p>10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals</p> <p>11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist</p> <p>12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus</p> <p>13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus</p> <p>14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang</p> <p>15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.</p> <p>For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.</p> <p>They calculate these quantities for memoryless sources and channels.</p> <p>The students proof both the source coding and the channel coding theorem.</p> <p>The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.</p> <p>The students apply source compression methods to measure mutual information.</p> <p>The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.</p> <p>The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.</p> <p>They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.</p> <p>The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.</p> <p>The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.</p> <p>--</p> <p>Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.</p>

		<p>Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung. Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität. Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle. Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem. Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate. Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation. Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher. Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz. Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch. Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an. Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen. Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65718	<b>Introduction to Machine Learning</b> Introduction to machine learning	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Das Modul beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepräsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Das Modul schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.</p> <p>The module aims to familiarize students with the basic structure of a pattern recognition system. The individual steps from the acquisition of data to the classification of patterns are explained. The module starts with a short introduction, which also introduces the used nomenclature. Analog-to-digital conversion is introduced, with emphasis on its impact on further signal analysis. Common methods of preprocessing are then described. An essential component of a pattern recognition system is feature extraction. Various approaches to feature computation/transformation are demonstrated, including moments, principal component analysis, and linear discriminant analysis. In addition, ways to learn feature representations directly from the data are presented. The module concludes with an introduction to machine classification. In this context, the Bayes and Gauss classifiers are discussed.</p> <p>T</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems</li> <li>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung</li> <li>• verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung</li> <li>• vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden</li> <li>• verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an</li> <li>• wenden verschiedene Normierungsmethoden an</li> <li>• verstehen den Fluch der Dimensionalität</li> <li>• erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale</li> <li>• basierend auf Filterung</li> <li>• verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse</li> <li>• verstehen die Basis von Repräsentationslernen</li> <li>• erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator)</li> <li>• benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden</li> <li>• lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the stages of a general pattern recognition system</li> <li>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization</li> <li>• understand and implement histogram equalization and expansion</li> <li>• compare different thresholding methods</li> <li>• understand linear, shift invariant filters and convolution</li> <li>• apply various low-pass, high-pass, and nonlinear filters</li> <li>• apply different normalization methods</li> <li>• understand the curse of dimensionality</li> <li>• explain different heuristic feature calculation methods, e.g. projection on an orthogonal base space, geometric moments, features based on filtering</li> <li>• understand analytical feature computation methods, e.g. principal component analysis, linear discriminant analysis</li> <li>• understand the basis of representation learning</li> <li>• explain the basics of statistical classification (Bayes classifier)</li> <li>• use the programming language Python to apply the presented pattern recognition methods</li> <li>• learn practical applications and apply the presented algorithms to concrete problems</li> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p>Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Dieses Modul beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Module (Pattern Recognition und Pattern Analysis).</p> <p>A pattern recognition system consists of the following stages: Sensor Data Acquisition, Preprocessing, Feature Extraction, and Machine Classification. This module primarily deals with the first three stages and</p>

		thus creates the basis for more advanced modules (Pattern Recognition and Pattern Analysis).
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien/lecture slides</li> <li>• Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003</li> <li>• Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009</li> <li>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley &amp; Sons, New York, 2001</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96270	<b>Kanalcodierung</b> Channel coding	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kanalcodierung (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	
5	<b>Inhalt</b>	1) Introduction and Motivation 2) Fundamentals of Block Coding 3) Introduction to Finite Fields I 4) Linear Block Codes 5) Linear Cyclic Codes 6) Introduction to Finite Fields II 7) BCH and RS Codes 8) Convolutional Codes 9) Codes with Iterative Decoding	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt.</p> <p>Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets.</p> <p>Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten.</p> <p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).</p> <p>Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.</p>	

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD. Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE) und demonstrieren diese beispielhaft.

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.

Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

\*---\*

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field.

Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).

		<p>Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families.</p> <p>Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs.</p> <p>Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples.</p> <p>Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation).</p> <p>Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.</p> <p>It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>schriftlich oder mündlich</p> <p>Hilfsblatt, Taschenrechner: Sie können ein einzelnes A4-Blatt (Vorder- und Rückseite oder andere Blätter mit offensichtlich identischer Gesamtfläche) verwenden, um Ihre eigene, handschriftliche Formelsammlung aufzuschreiben. Sie können einen nicht programmierbaren Taschenrechner verwenden.</p> <p>Cheat Sheet, Calculator: A single A4 sheet (front and back, or any other collection of sheets with an obviously identical total area size) can be used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung</li> <li>• M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013</li> <li>• M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley &amp; Sons, 1999</li> <li>• B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996</li> <li>• S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43950	<b>Kommunikationssysteme</b> Communication systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationssysteme (2 SWS) Übung: Übungen zu Kommunikationssysteme (ÜKS) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German Mamdouh Muhammad	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhard German	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aus Rechnerkommunikation ist der grundlegende Aufbau von IP-basierten Netzen bekannt, Inhalt von Kommunikationssysteme sind weitere Netztechnologien wie Leitungsvermittlung (Telefonnetze, Sonet/SDH/WDM) und Netze mit virtueller Leitungsvermittlung (ATM, MPLS) sowie Netzwerkvirtualisierung (SDN, NFV), Multimediakommunikation über paketvermittelte Netze (Streaming, RTP, SIP, Multicast), Dienstgüte in paketvermittelten Netzen (Integrated Services, RSVP, Differentiated Services, Active Queue Management, Policing, Scheduling), drahtlose und mobile Kommunikation (GSM, UMTS, LTE, 5G, Wimax, WLAN, Bluetooth, ZigBee u.a. Sensornetze). Auch Kommunikation in der Industrie wird behandelt. In der Übung werden praktische Aufgaben im Labor durchgeführt: ein Labor enthält mehrere IP-Router, Switches und Rechner, IP-Telefone und Telefonie-Software für VoIP, es werden verschiedene Konfigurationen eingestellt und getestet. Ein weiterer Übungsteil beschäftigt sich mit Mobilkommunikation.</p> <p>*Contents:*</p> <p>Based on the course computer communications the architecture of IP networks is known. Contents of this course will be additional networking technologies such as circuit switching (telephony, SONET/SDH/WDM) and networks with virtual circuit switching (ATM, MPLS) as well as network virtualization (SDN, NFV), multimedia communications over packet switched networks (streaming, RTP, SIP, multicast), quality-of-service in packet switched networks (integrated services, RSVP, differentiated services, active queue management, policing, scheduling), wireless and mobile communications (GSM, UMTS, LTE, 5G, Wimax, WLAN, Bluetooth, sensor networks such as ZigBee). Industrial communication will also be a topic. In the tutorial practical tasks are performed in the laboratory: One laboratory contains several IP routers, switches and computers, IP phones and VoIP telephone software. Various configurations are set up and tested. Another part of the tutorial deals with mobile communications.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Technologien bei der Leitungs- und Paketvermittlung in leitungsgebundenen und drahtlosen/mobilen Netzen          Kenntnisse über die Grundlagen von Dienstgütemechanismen in paketvermittelten Netzen          praktische Erfahrung in der Konfiguration eines IP-Switch-Router-Netzes mit Multimediaverkehr          Students obtain the following learning targets and competences</p>	

		<p>Knowledge of technologies in circuit and packet switching in wired and wireless/mobile networks</p> <p>Knowledge of the foundations of quality of service mechanisms in packet switched networks</p> <p>Practical experience in configuring an IP switch router network with multimedia traffic</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basic knowledge of working with the Linux command line interface (terminal).
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Kurose, Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach. 7th Ed., Pearson Education, 2017</p> <p>W. Stallings. Data and Computer Communications, 10th ed., Pearson Education, 2014</p> <p>W. Stallings. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, Pearson Education, 2016</p> <p>Cox. An Introduction to LTE. Wiley, 2012</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43141	<b>Mobile Communications</b> Mobile communications	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	<b>Inhalt</b>	History of mobile communications, cellular systems, sectorization, spectral efficiency, co-channel interference, adjacent-channel interference, near-far effect, cellular network architecture, antenna types and parameters, free space propagation, reflection, attenuation, diffraction, scattering, classification of channel models, ground reflection model, Okumura-Hata model, shadowing, narrow-band fading, time-variant channels, scattering function, delay-Doppler spectrum, diversity principles, combining methods, diversity gain, multiplexing, duplexing, digital modulation, Gaussian filtered minimum shift keying, basics of channel coding, interleaving, global system for mobile communications, physical versus logical channels, frame structure, call set-up, synchronization, channel estimation, hand-off
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The students explain the cellular structure of mobile communication systems. They students explain the physical mechanics of radio wave propagation in the cm-band. The students explain the GSM cellular communications standard. The students discuss the pros and cons of several multiple-access and duplexing methods. The students discuss the pros and cons of several modulation and coding formats. The students decide which antenna type is suitable for a given morphological structure of the environment. The students predict the amplitude and dynamic of the antenuation between a mobile transmitter and a fixed receiver. The students utilize diversity methods to improve the link quality. The students determine the coverage probability of a given cellular communication system. The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Proakis, J.: Digital Communications, McGraw-Hill, 4th ed., 2001.</p> <p>Rappaport, T.: Wireless Communications: Principles &amp; Practice, Prentice Hall, 2nd ed., 2001.</p> <p>Mouly, M., Paulet, M.: The GSM System for Mobile Communications, Cell &amp; SYS, France, 1992.</p> <p>Goldsmith, A.: Wireless Communications, Cambridge Univ. Press, 2005.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 798810	<b>Rechnerarchitektur</b> Computer architecture	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rechnerarchitektur (2 SWS) Übung: Ü RA (2 SWS) Übung: RÜ RA (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Baumeister Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Kenan Gündogan Philipp Gündisch	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung baut auf die in den Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation vermittelten Inhalte auf und setzt diese mit weiterführenden Themen fort. Es werden zunächst grundlegende fortgeschrittene Techniken bei Pipelineverarbeitung und Cachezugriffen in modernen Prozessoren und Parallelrechnern behandelt. Ferner wird die Architektur von Spezialprozessoren, z.B. DSPs und Embedded Prozessoren behandelt. Es wird aufgezeigt, wie diese Techniken in konkreten Architekturen (Intel Nehalem, GPGPU, Cell BE, TMS320 DSP, Embedded Prozessor ZPU) verwendet werden. Zur Vorlesung wird eine Tafelübung angeboten. Mit erfolgreicher mündlicher Prüfung können 5 ECTS erworben werden. In den Tafelübungen werden die in der Vorlesung vermittelten Techniken durch zu lösende Aufgaben vertieft. In der Rechnerübung soll u.a. ein einfacher Vielkern-Prozessor auf Basis des ZPU-Prozessors mit Simulationswerkzeugen aufgebaut werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisationsaspekte von CISC und RISC-Prozessoren</li> <li>• Behandlung von Hazards in Pipelines</li> <li>• Fortgeschrittene Techniken der dynamischen Sprungvorhersage</li> <li>• Fortgeschritten Cachetechniken, Cache-Kohärenz</li> <li>• Ausnutzen von Cacheeffekten</li> <li>• Architekturen von Digitalen Signalprozessoren</li> <li>• Architekturen homogener und heterogener Multikern-Prozessoren (Intel Corei7, Nvidia GPUs, RISC-V)</li> <li>• Architektur von Parallelrechnern (Clusterrechner, Superrechner)</li> <li>• Effiziente Hardware-nahe Programmierung von Multikern-Prozessoren (OpenMP, SSE, CUDA)</li> <li>• Leistungsmodellierung und -analyse von Multikern-Prozessoren (Roofline-Modell)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen Lernende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen. Verstehen</p>	

		<p>Lernende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben.</p> <p>Anwenden Lernende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozessorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen.</p> <p>Analysieren Lernende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernende erwerben die Fähigkeit selbstständig Testprogramme zum Bewerten der Leistungsfähigkeit eines Prozessors zu erstellen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patterson/Hennessy: Computer Organization und Design</li> <li>• Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach</li> <li>• Stallings: Computer Organization and Architecture</li> <li>• Martin: Rechnerarchitekturen</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43460	<b>Satellitenkommunikation</b> Satellite communication	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	<b>Inhalt</b>	<p>Nach einem historischen Rückblick zur Entwicklung der Satellitenkommunikation werden die einzelnen Komponenten eines typischen Gesamtsystems (Boden- und Raumsegment) näher betrachtet. Hierzu zählt der prinzipielle Aufbau von Trägerraketen, von Satelliten (Satellitenplattformen, Subsysteme, Nutzlasten), die meist genutzten Umlaufbahnen und die verschiedenen Kommunikationsverbindungen (Uplink, Downlink, Inter-Satellite-Link). Die Besonderheiten der Signalausbreitung und -übertragung über große Entfernungen zwischen Bodenstationen und Satelliten werden erklärt und mit Beispielen ergänzt. Dabei wird insbesondere eingegangen auf verwendete Frequenzen, Signaldispersion und -dämpfung, atmosphärische Effekte sowie Störeinflüsse der Weltraumumgebung. Die Architektur transparenter und regenerativer Kommunikationseinheiten wird ausführlich an Beispielen kommerziell verfügbarer Transponder und Onboard-Prozessoren erklärt. Die Prinzipien moderner, standardisierter Verfahren zur Signalaufbereitung und Übertragung von Video-/Bild und Audiosignalen über Satellit (z.B. MPEG, H.264/265, DVB-S/-S2/-S2X) werden erläutert und diskutiert. Dies umfasst Verfahren zur Quellencodierung, Kanalcodierung und Modulation, Kanalzugriff und -diversität. Außerdem wird auf die im Orbit und im kommerziellen Einsatz befindlichen Kommunikationssatelliten und der damit verbundenen großen Dienstvielfalt eingegangen wie z.B. bei TV- und Breitbandversorgung sowie in Mobilkommunikationssystemen. Abschließend werden einige Herausforderungen und Forschungsansätze im Zusammenhang mit den neuen Megakonstellationen und Next Generation High Throughput Satellites (HTS) für zukünftige Satellitensysteme vorgestellt. Die in der Vorlesung behandelten physikalischen, elektro- und nachrichtentechnischen Zusammenhänge werden in den ergänzenden Übungen mit Rechenbeispielen vertieft.</p> <p>Gliederung der Vorlesung:</p> <p><b>1. Einführung:</b> Überblick über die Hauptkomponenten, Satelliten, Anwendungen und Dienste, sowie Orbits, Aufgaben und Frequenzen der Satellitennetzwerke</p> <p><b>2. Historie der Satellitenkommunikation:</b> Wichtige Meilensteine, Entwicklung in Europa und Deutschland</p> <p><b>3. Orbits und Konstellationen:</b> Keplersche Gesetze, Beschreibung von Orbits, verwendete Umlaufbahnen, Bodenspuren, erreichbare Abdeckung</p>

#### **4. Trägersysteme:**

Trägerraketen, Entwicklung, Anbietermarkt, Nutzlastfähigkeit, Startplätze, Startverlauf

#### **5. Satellitenaufbau:**

Auswahl aktueller Satellitenplattformen, Satellitenaufbau, Plattformkomponenten, Montageschritte und Tests

#### **6. Satellitennutzlast (Payload):**

Komponenten, Industrielle Beispiele, Aufbau und Aufgaben der Payload, Transponderarchitekturen, Antennen

#### **7. Signalausbreitung und Leistungsbilanz:**

Signalausbreitung, Freiraumverluste, Signaldämpfung, Rauschen, Signal-Rausch-Verhältnis, Linkbudget

**8. Weltraumumgebung:** Weltraumumgebungsbedingungen, Einflüsse auf den Satelliten und die Elektronik der Nutzlast

#### **9. Quellencodierung:**

Audio-, Bild- und Videokompression des Content des Satellitenfernsehens

#### **10. Signalmodulation und Kanalcodierung:**

Signalkonstellationen, Modulation und Codes zur Fehlerkorrektur

#### **11. Diversitäts- und Zugriffsverfahren:**

Medium Access, Duplextechniken, Multiplexmethoden, Diversitätstechniken

#### **12. Moderne Satellitenkommunikationssysteme:**

Rundfunksysteme wie Sirius XM Satellite Radio, zellulare Internetversorgung mittels Satellitenkommunikation

#### **13. Neueste Themen aus Forschung und Entwicklung**

SatKom auf StudOn: <http://www.studon.uni-erlangen.de/crs117969.html>

After a historical retrospective about the developments in satellite communication, the core components of a typical satellite system (ground- and space-segment) are introduced. The principles and architectures of rockets/ carriers, satellites (platform, subsystems, payload), used orbits, and the various communication links (uplink, downlink, inter-satellite-link) are shown. The special features and properties of signal transmission over such large distances are explained and stuffed with examples. In particular, more details are provided on the used frequencies, signal dispersion and attenuation, atmospheric effects as well as impairments due to space environment. The architecture of transparent and regenerative communication payloads are described in detail, accompanied by corresponding examples of commercially used transponders and onboard-processors and their technology.

The principles of modern standardized methods for signal transmission and preparation of video-/image- and audio-signals via satellite, e.g., MPEG, H.264/265, DVB-S/-S2/-S2X, are illustrated and discussed. This includes methods for efficient source coding, channel coding and modulation, channel access and diversity schemes.

		<p>Furthermore, the currently available communication satellites in orbit and the related variety of commercial services are introduced like, e.g., TV- and broadband services as well as mobile communication services and systems. Based on that, a few challenges and perspectives for research and development for future satellite systems are highlighted with respect to the upcoming new mega constellations and next generation high throughput satellites (HTS). The physical, electro-technical and communications concepts and schemes shown in the lectures are complemented by tutorials with sample calculations.</p> <p>Table of contents:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Introduction:</b> Overview of main components, satellites, applications and services, orbits, tasks, frequencies, satellite networks</li> <li><b>2. History of satellite communications:</b> Major milestones, development in Europe and Germany</li> <li><b>3. Orbits and constellations:</b> Kepler's laws, description of orbits, orbits used, ground tracks, achievable coverage</li> <li><b>4. Launcher systems:</b> Launch vehicles, providers, payload capabilities, launch sites, launch history</li> <li><b>5. Satellite structure:</b> Selection of current satellite platforms, satellite structure, platform components, assembly steps and tests</li> <li><b>6. Payload:</b> Components, structure and tasks of payload, transponder architecture, antennas</li> <li><b>7. Signal propagation and link budget:</b> Signal propagation, free space losses, signal attenuation, noise, signal to noise ratio, link budget</li> <li><b>8. Space environment:</b> Space environmental conditions, influences on the satellites and payload electronics</li> <li><b>9. Source coding:</b> Audio, image and video compression - the satellite TV broadcasting content</li> <li><b>10. Signal modulation and channel coding:</b> Signal constellations, modulation and error correction coding</li> <li><b>11. Diversity and access schemes:</b> Medium access, duplex methods, multiplex methods, diversity techniques</li> <li><b>12. Modern satellite communications systems:</b> Broadcasting systems like Sirius XM Satellite Radio, satellite cellular broadband communication</li> <li><b>13. Latest topics in research and development</b></li> </ol>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden bekommen einen guten Überblick über alle Aspekte der Satellitenkommunikation inklusive Historie.</li> <li>• Die Studierenden lernen die weltweit führenden oder in Europa ansässigen Firmen und Organisationen kennen, die in den Bereichen Satellitenbau und -betrieb, Satellitendienste bzw. -anwendungen, sowie Forschung und Entwicklung tätig sind.</li> <li>• Die Studierenden können die Herausforderungen der Weltraumumgebung sowie Vor- und Nachteile verschiedener Orbits einschätzen und wichtige Kenngröße berechnen</li> <li>• Die Studierenden lernen die Signalverarbeitungsschritte im Sender, Satelliten und Empfänger kennen - von der</li> </ul>

		<p>Audio/Video-Quelle über Link-Budget-Berechnungen bis zur Datensenke.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen den Aufbau und wichtige Kenngrößen von Satelliten, Konstellationen und Launchern kennen und dabei verwendete Konzepte zu unterscheiden und zu klassifizieren bzgl. deren Vor- und Nachteilen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine formalen Voraussetzungen
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> Speech and audio signal processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>It concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects,</li> <li>• representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations</li> <li>• source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> <li>• basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system</li> <li>• signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms.</li> </ul> <p>Es werden Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia behandelt, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte;</li> <li>• Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen;</li> <li>• Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)</li> <li>• Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models</li> <li>• Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalverbesserung bei Signalaufnahme und wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthaltung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals</li> <li>• apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods</li> <li>• understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis</li> <li>• can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden</li> <li>• wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren</li> <li>• verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache- und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren</li> <li>• verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren</li> <li>• verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden</li> <li>• können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95280	<b>Verteilte Systeme</b> Distributed systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Tobias Distler
5	<b>Inhalt</b>	<p>Verteilte Systeme bestehen aus mehreren Rechnern, die über ein Netzwerk miteinander verbunden sind und einen gemeinsamen Dienst erbringen. Obwohl die beteiligten Rechner hierfür in weiten Teilen unabhängig voneinander agieren, erscheinen sie ihren Nutzern gegenüber in der Gesamtheit dabei trotzdem als ein einheitliches System. Die Einsatzmöglichkeiten für verteilte Systeme erstrecken sich über ein weites Spektrum an Szenarien: Von der Zusammenschaltung kleinster Rechenknoten zur Sammlung von Daten im Rahmen von Sensornetzwerken über Steuerungssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieanlagen bis hin zu weltumspannenden, Internet-gestützten Infrastrukturen mit Komponenten in Datenzentren auf verschiedenen Kontinenten.</p> <p>Ziel dieses Moduls ist es, die sich durch die speziellen Eigenschaften verteilter Systeme ergebenden Problemstellungen zu verdeutlichen und Ansätze zu vermitteln, mit deren Hilfe sie gelöst werden können; Beispiele hierfür sind etwa die Interaktion zwischen heterogenen Systemkomponenten, der Umgang mit erhöhten Netzwerklatenzen sowie die Wahrung konsistenter Zustände über Rechengrenzen hinweg. Gleichzeitig zeigt das Modul auf, dass die Verteiltheit eines Systems nicht nur Herausforderungen mit sich bringt, sondern auf der anderen Seite auch Chancen eröffnet. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die im Vergleich zu nicht verteilten Systemen erzielbare höhere Widerstandsfähigkeit eines Gesamtsystems gegenüber Fehlern wie den Ausfällen ganzer Rechner oder sogar kompletter Datenzentren.</p> <p>Ausgehend von den einfachsten, aus nur einem Client und einem Server bestehenden verteilten Systemen, beschäftigt sich die Vorlesung danach mit der deutlich komplexeren Replikation der Server-Seite und behandelt anschließend die Verteilung eines Systems über mehrere, mitunter weit voneinander entfernte geografische Standorte. In allen Abschnitten umfasst die Betrachtung des jeweiligen Themas eine Auswahl aus Grundlagen, im Praxiseinsatz befindlicher Ansätze und Techniken sowie für den aktuellen Stand der Forschung repräsentativer Konzepte.</p> <p>Im Rahmen der Übungen wird zunächst ein plattformunabhängiges Fernaufrufsystem schrittweise entwickelt und parallel dazu getestet. Als Vorlage und Orientierungshilfe dient dabei das in der Praxis weit verbreitete Java RMI. In den weiteren Übungsaufgaben stehen anschließend klassische Problemstellungen von verteilten Systemen</p>

		wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung.</li> <li>• untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen.</li> <li>• vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsentationen.</li> <li>• konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung.</li> <li>• entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI.</li> <li>• gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many) für das eigene Fernaufrufsystem.</li> <li>• beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken.</li> <li>• klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv).</li> <li>• vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme.</li> <li>• illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen.</li> <li>• erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren.</li> <li>• unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten.</li> <li>• gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten.</li> <li>• entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks.</li> <li>• bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur.</li> <li>• erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen.</li> <li>• können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.</li> <li>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.</li> <li>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.</li> <li>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 5
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# Seminar für IuK-Studierende

1	<b>Modulbezeichnung</b> 330542	<b>Audio Processing Seminar</b> Audio processing seminar	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Audio Processing Seminar (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Emanuël Habets Dr.-Ing. Stefan Turowski Prof. Dr. Nils Peters Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler Prof. Dr. Meinard Müller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Emanuël Habets
5	<b>Inhalt</b>	<p>The audio processing seminar trains students to prepare, summarize and present a recent scientific paper from the field of audio processing. The students work on a recent cutting-edge paper from one of the following fields:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Speech and Audio Coding</li> <li>• Audio Signal Analysis</li> <li>• Audio Signal Processing with the Internet of Things</li> <li>• Spatial Audio Signal Processing</li> <li>• Semantic Audio Processing</li> <li>• Audio in Virtual Reality</li> </ul> <p>During of the seminar, each participant prepares a paper, creates a written report (3-7 pages) and presents it in the form of a talk (20 min.) to the other participants. Thereby, the students are guided by their own supervisors. General skills are taught in joint classes. Paper specific aspects are discussed individually between the students and their supervisor. The seminar ends with the presentation of all topics over the course of one or two days. Participation in these presentations and the following discussions are mandatory for all participants. The seminar not only gives a broad overview of the field of audio processing, but conveys fundamental scientific working and communication skills.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning objectives and skills Students will gain the following skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• How to analyze a scientific paper and understand its key principles and field of application.</li> <li>• How to perform a thorough literature survey and evaluate relevant literature for the focus of key points in the paper.</li> <li>• How to acquire a broad knowledge and deeper understanding of the specific scientific area.</li> <li>• How to prepare the subject, identify its most important topics, their dependencies, didactic reduction.</li> <li>• How to compile a written summary of a paper, scientific writing, correct citations.</li> <li>• How to create an appealing visual presentation, review and successively optimize it.</li> <li>• How to present the topic in front of other students, how to train presentation skills.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• How to analyze presentations of other students, deriving questions, learn to participate in a scientific discussion.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97760	<b>Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik)</b>	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik: Digitaler Rundfunk (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klob	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Sommersemester: Integrierte Sender- und Empfängerschaltungen</b>  Im SS werden integrierte Sender- und Empfängerschaltungen behandelt. Studenten sollen einen Einblick in die Technologieauswahl und den Schaltungsentwurf von Schlüsselkomponenten bekommen. Die Vortragsreihe beginnt mit Übersichtsthemen zu Empfängerarchitekturen und Halbleiter-Technologien sowie Simulationswerkzeugen für die Integration von RF-Schaltungen. Mit wechselnden Schwerpunkten auf verschiedenen Funkstandards, Halbleitertechnologien oder Frequenzbereichen werden integrierte RF-Schaltungen behandelt. Je nach Schwerpunkt sollen Schlüsselkomponenten wie rauscharme Verstärker, Mischer, spannungsgesteuerte Oszillatoren und Leistungsverstärker oder komplette Sender- und Empfängerschaltungen erörtert werden. Ein Besuch der Abteilung Analoges IC-Design des Fraunhofer-IIS rundet das Seminar ab.</p> <p><b>Wintersemester: Digitaler Rundfunk</b>  Im Seminar „Digitale Rundfunksysteme“ werden ausgewählte Themen zu neuen terrestrischen und satellitengestützten digitalen Rundfunksystemen behandelt. Das Seminar startet mit einem historischen Exkurs in die Entwicklungsgeschichte des Radios und der Entwicklung des analogen Rundfunks in Deutschland sowie einer Einführung in die weltweit existierenden terrestrischen und satellitengestützten digitalen Rundfunksysteme. Mit wechselnden Schwerpunkten werden neue Dienste sowie die technischen Komponenten, Übertragungs- und Datenprotokolle sowie neue Standards entlang der gesamten Übertragungskette vom Quellensignal über den Hochfrequenzkanal bis zum Empfänger behandelt. Ein Besuch bei funklust (ein Zusammenschluss der drei studentischen Medieninitiativen Campusradio bit express, Uniradio Unimax und dem Video-Format t<sup>2</sup>fau an der FAU), sowie Fachvorträge von externen Experten mit Diskussion zu neuen Entwicklungen runden das Seminar ab.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Studierenden sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbstständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten.</li> <li>2. Die Studierenden sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.</li> </ol>

		<p>3. Die Studierenden sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln.</p> <p>4. Die Studierenden sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte.</p> <p>Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine formalen Voraussetzungen. Empfohlen werden ausdrücklich mindestens 4 Semester Bachelor-Studium in EEI, Informatik oder IuK.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wird je nach Schwerpunktwahl des Seminars neu festgelegt.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97770	<b>Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation</b>	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation: Roboternavigation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Meyer Prof. Dr. Jörn Thielecke Adam Kalisz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger Prof. Dr. Jörn Thielecke	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Sommersemester: Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID)</b></p> <p>Das Themenspektrum des Seminars im Sommersemester besitzt als Schwerpunkt die Bereiche Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID) und Telemetrie. Während des ersten Seminartermins werden den Studierenden Betreuer und Themen zugeteilt, wobei die Themen im Forschungsbereich des jeweiligen Betreuers liegen. Mit Unterstützung des Betreuers wird ein 30-minütiger Vortrag ausgearbeitet, der im Laufe des Seminars vorgetragen werden muss. Zusätzlich ist eine sechsstufige Ausarbeitung zu schreiben, die wissenschaftlichen Gesichtspunkten genügen muss. Ein fünfminütiger Probevortrag bietet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Vortrag eine Rückkopplung über den eigenen Vortragsstil zu erhalten und die Zielsetzung des Seminars besser zu verstehen. Probevorträge und die Vorträge selbst (30 Min.) werden mit der Kamera aufgezeichnet, um anschließend den Vortragsstil besser diskutieren zu können.</p> <p><b>Wintersemester: Roboternavigation</b></p> <p>Thematisch befasst sich das Seminar mit der Navigation von Robotern bis hin zum autonomen Fahren von Autos, z.B. pilotiertem Fahren. Themenschwerpunkte können beispielsweise sein: Sensoren, GPS, Trägheitsnavigation, laserbasierte Navigation, kamerabasierte Navigation, Sensordatenfusion, Filtermethoden, automatisierte Kartenerstellung, Simultaneous Localization and Mapping, maschinelle Lernverfahren oder Wegeplanung. Für das Seminar werden circa 10 aktuelle Themen aus diesen Bereichen ausgewählt, die von den Studierenden bearbeitet werden können.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten.</li> <li>2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.</li> <li>3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln.</li> <li>4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte.</li> </ol>	

		Selbstkompetenz Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten, Selbstkritische Einschätzung des Kompetenzniveaus bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen. Selbstkritische Bewertung der Studienleistungen. Sozialkompetenz Der Absolvent ist in der Lage, zielorientiert mit seinen Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten. Hierbei ist er in der Lage, fachliche und soziale Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen sowie dadurch seine Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94595	<b>Hauptseminar Software Engineering</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Francesca Saglietti
5	<b>Inhalt</b>	In diesem Seminar werden zahlreiche in der Praxis bewährte Entwurfsmuster präsentiert, sowie typische Fehler, die während des gesamten Lebenszyklus' eines Software-Systems auftreten können, zusammen mit ihrer Erkennung und Behebung vorgestellt.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern etablierte Design Patterns sowie bekannte Anti-Patterns;</li> <li>• klassifizieren sie und charakterisieren deren Stärken und Schwächen bzw. Negativfolgen;</li> <li>• tragen vor Publikum über wissenschaftliche Ergebnisse vor;</li> <li>• recherchieren selbständig Fachliteratur;</li> <li>• fassen wissenschaftliche Erkenntnisse in Schriftform zusammen;</li> <li>• nutzen Verbesserungshinweise des Betreuers zur Analyse eigener Stärken und Schwächen und leiten daraus Konsequenzen für ihr künftiges Lern-Handeln ab;</li> <li>• können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und argumentativ vertreten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (50%) mündlich (50%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92527	<b>Joint communications and sensing in wireless systems</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	<b>Inhalt</b>	<p>Radio sensing as an integrated capability of mobile communication networks have been identified as one of the key features of future 6G cellular systems. The main challenge here lies in the joint design of sensing and communications because mobile communications and radar, for example, are still designed as more or less independent technologies and systems with different design approaches. But, especially, the convergence of both technologies is of utmost interest, enabling benefits of integrated radio sensing like</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sensing/radar-as-a-service, e.g., for object and obstacle detection,</li> <li>• joint signal processing frameworks for both target/environment detection/analysis and wireless communications,</li> <li>• highly synchronous operation of both technologies,</li> <li>• balancing dual-functional performance (coordination gain),</li> <li>• performing mutual assistance,</li> <li>• increasing resource efficiency using shared radio resources,</li> <li>• jamming detection and mitigation,</li> <li>• optimization of the network performance based on collected sensing information.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The design of JC&amp;S-based wireless systems faces challenges in several electrical engineering areas, especially electronics design, radio-frequency (RF) design, information and communications technology (ICT) design, and system design. The seminar will examine the latest approaches, developments, and findings from research in the field of JC&amp;S and Integrated Sensing and Communication (ISAC), respectively. And topics are offered across all of the aforementioned disciplines. Participants in this seminar are expected to have a basic knowledge of communications systems, such as those acquired in the Digital Communications and Fundamentals of Mobile Communications lectures.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)

		Ca. halbstündiger Vortrag (60%), Ausarbeitung im Umfang von 7-10 Seiten (30%), aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44590	<b>Konzepte von Betriebssystem-Komponenten</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 914949	<b>Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung</b> Seminar on selected topics of multimedia communications and signal processing	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Vasileios Belagiannis	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar Multimediakommunikation und Signalverarbeitung werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl werden die einzelnen Themen unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet. Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jeder Teilnehmer einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion im Rahmen eines ganztägigen Workshops. Als Begleitmaterial zum Vortrag wird auch eine ca. 10-seitige Ausarbeitung erstellt. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.</p> <p>The Seminar on Selected Topics of Multimedia Communications and Signal Processing deals with current research topics in the area of multimedia communications and signal processing. In an introductory meeting, the course of the seminar is outlined and each participant selects one of the offered topics. The participant should become familiar with the assigned research topic and present it by a report and a talk at the end of the seminar with the support of a supervisor. In an intermediate meeting about 5 weeks after the introductory meeting, the participants give a brief presentation about their topics and show first results. In addition, hints for the preparation of the final talk are provided at this meeting. At the end of the semester, a final one-day meeting takes place where each participant presents his topic in a talk of 30 minutes followed by a discussion and questions from the audience. In addition, each participant has to submit a report of about 10 pages about his topic a few days before the final meeting.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an</li> <li>• analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema</li> <li>• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren</li> <li>analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>acquire and apply fundamental techniques to conduct a literature survey, and to prepare and present a technical topic</li> <li>analyze and evaluate provided literature regarding the focus of their technical presentation</li> <li>apply the knowledge acquired during their studies to deepen by themselves their technical focus</li> <li>apply acquired knowledge to ask a presenter questions and to discuss the presentation</li> <li>analyze and evaluate the presentations of other seminar participants.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 775681	<b>Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik</b> Selected areas in communications	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: IDC - Hauptseminar/Seminar -- "6G and Beyond: How do future communication systems enable the metaverse?" (2 SWS) ja.	2,5 ECTS
3	Lehrende	Hedieh Ajam Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	<b>Inhalt</b>	<b>Inhalt / Contents</b> In diesem Seminar werden aktuelle Themen innerhalb eines wechselnden Schwerpunkts im Bereich der Nachrichtentechnik bzw. drahtlosen Kommunikation bearbeitet und präsentiert. <hr/> In this seminar, current topics in the field of telecommunications and wireless communication are presented by students.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an</li> <li>• analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema</li> <li>• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen</li> <li>• wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsenzierte zu diskutieren</li> <li>• analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.</li> </ul> <hr/> The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn basic techniques of research, topic preparation and presentation of technical content and apply them</li> <li>• analyze and evaluate given literature with regard to the focus of a talk on a technical topic</li> <li>• apply the knowledge they have acquired during their studies to independently deepen their technical focus</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• apply their previous knowledge to formulate meaningful questions as a listener on a talk and to discuss what is presented</li> <li>• analyze and evaluate the presentations of the other seminar participants.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Seminarleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Themen werden unter Anleitung eines/r Betreuers/in eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet.</li> <li>• Studierende haben die Möglichkeit sich aktiv an der Formulierung des Vortragsthemas zu beteiligen.</li> <li>• Themen werden bei einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben.</li> <li>• Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jede/r Studierende einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender 15-minütiger Diskussion.</li> <li>• Vor den Beiträgen der Studierenden erfolgt eine Einführung zur Vortragstechnik durch Mitarbeiter des Lehrstuhls.</li> <li>• Es wird eine ca. 10-15-seitige Ausarbeitung erstellt.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The topics are independently worked out under the guidance of a supervisor.</li> <li>• Students have the opportunity to actively participate in the formulation of their individual topic.</li> <li>• Topics are assigned at a preliminary meeting at the beginning of the semester.</li> <li>• A brief presentation of the structure and initial results will be given about 5 weeks after the preliminary discussion.</li> <li>• Towards the end of the lecture period, each student gives a talk of approximately 30 minutes followed by a 15-minute discussion.</li> <li>• Students will be introduced into lecture techniques.</li> <li>• An approx. 10-15-page paper has to be written.</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Seminarleistung (100%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. halbstündiger Vortrag (60%)</li> <li>• Ausarbeitung im Umfang von 10-15 Seiten (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig, 30%)</li> <li>• aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• approx. half-hour presentation (60%)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• paper of 10-15 pages (comparable to IEEE paper in two columns, 30%)</li> <li>• active participation in the discussion of other presentations (10%)</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterlagen zu den Modulen Digitale Übertragung, MIMO Communication Systems, Convex Optimization in Communications and Signal Processing</li> <li>• Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken</li> <li>• Vrolagen für Ausarbeitungen und Präsentationsfolien werden zur Verfügung gestellt</li> <li>• Technische Literatur im Themengebiet</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes of the modules Digital Transmission, MIMO Communication Systems, Convex Optimization in Communications and Signal Processing</li> <li>• Information on literature search and presentation techniques</li> <li>• Templates for papers and presentation slides will be provided</li> <li>• Technical literature in the subject area</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 853387	<b>Seminar Ausgewählte Kapitel der Systemsoftware</b> Seminar on hot topics in systems software technology	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>		
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 504040	<b>Seminar Cyber-Physical Systems</b> Seminar cyber-physical systems	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Torsten Klie
5	<b>Inhalt</b>	<p>Unter Cyber-Physical Systems (CPS) versteht man Systeme, die die virtuelle Welt (Cyber") mit der realen Welt (Physical") verbinden. Dabei integrieren sie elektronische und mechanische Komponenten. Ein klassisches Beispiel sind Roboter, die die Umwelt über Sensoren wahrnehmen und über mechanische Aktoren mit dieser agieren. Kontrollalgorithmen, die über mehrere eingebettete Recheneinheiten und Kommunikationsstrukturen verteilt sind, überwachen und kontrollieren hierbei den Zustand des physischen Systems. Durch diesen Einfluss auf das physische System entsteht ein geschlossener Regelkreis, wie aus der Regelungstechnik bekannt.</p> <p>Cyber-physical-Systems stellen somit eine Kombination der Forschungsbereiche Eingebettete Systeme, Echtzeitsysteme, verteilte Systeme, Sensornetze und Kontrolltheorie dar. Obwohl die einzelnen Bereiche seit vielen Jahren erforscht werden, werden die physikalischen Eigenschaften und Einflüsse beim Entwurf von eingebetteten System nicht ausreichend berücksichtigt. Der Forschungsschwerpunkt Cyber-physical-Systems nutzt das durch die Kombination dieser Bereiche entstehende Potential, um neue leistungsfähige Anwendungen zu entwickeln.</p> <p>Dieses Seminar gibt einen tieferen Einblick in verschiedene aktuelle Fragestellungen des Entwurfs und der Anwendung von Cyber-physical-Systems.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden tragen die wesentlichen Inhalte von ein bis zwei ausgewählten wissenschaftlichen Veröffentlichungen auf dem Gebiet der CPS vor.</li> <li>Die Studierenden veranschaulichen den grundlegenden Kontext der Veröffentlichungen sowie deren wesentliche Neuerungen.</li> </ul> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in ein bis zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 557590	<b>Seminar Electronic System Level Design</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Frank Hannig
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ein wachsender Markt für Consumer-Elektronik, aber auch die medizinische Bildverarbeitung, sind die treibenden Kräfte, energie- und leistungseffiziente Hardwarelösungen zu finden, die einen hohen Grad an Parallelverarbeitung aufweisen. Damit hat sich über die letzten Jahrzehnte der Entwurf digitaler Schaltungen weg von der Gatter-Ebene hin zur Register-Transfer-Ebene mit Hardware-Beschreibungssprachen wie VHDL oder Verilog verlagert.</p> <p>Da sich die Strukturen auf modernen ICs immer mehr verkleinern, werden immer komplexere Systeme auf solch einem Chip integriert. Um diese Art von Systemen innerhalb kurzer Entwicklungszyklen erfolgreich entwerfen und testen zu können hält der Trend hin zu höheren Abstraktionsebenen weiterhin an. Dies bedeutet dass die Algorithmen und nicht deren Implementierung (RTL) beschrieben werden.</p> <p>Aus diesem Grunde ist auch ESL (Electronic System Level Design) ein aktuelles Schlagwort in der Industrie rund um Eingebettete Systeme. Die grosse Herausforderung von ESL ist die Synthese (paralleler) Hardware-Architekturen aus einer Algorithmenbeschreibung, z.B. in den Sprachen Matlab, C, C++ oder SystemC. Das Seminar wird unter anderem folgende Aspekte abdecken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmier- und Beschreibungssprachen</li> <li>• Eingebettete Systeme und Architekturen</li> <li>• SoC (System on Chip) Design</li> <li>• Compiler und Codeerzeugung</li> <li>• Logiksynthese</li> </ul> <p>Das erworbene Wissen soll an Beispielen der digitalen Signal- und Bildverarbeitung praktisch angewendet werden.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz / Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden tragen die wesentlichen Inhalte von wissenschaftlichen Veröffentlichungen auf dem Gebiet Electronic System Level Design vor.</li> <li>• Die Studierenden beschreiben den grundlegenden Kontext der Veröffentlichungen sowie deren wesentliche Neuerungen.</li> </ul> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in ein bis zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten.</li> </ul> <p>Selbstkompetenz</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können eigene Stärken und Schwächen im Bereich ihrer Präsentationstechniken reflektieren und die eigene Entwicklung planen.</li> </ul> Sozialkompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93656	<b>Seminar Energieinformatik</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Marco Pruckner
5	<b>Inhalt</b>	Teilnehmende arbeiten sich selbständig anhand der ausgewählten wissenschaftlichen Literatur in ein vorgeschlagenes Thema aus dem Bereich der Energieinformatik ein, erstellen dazu eine schriftliche Ausarbeitung, bereiten einen Seminarvortrag vor und präsentieren ihn vor Lehrenden, interessierten wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts und Kommilitonen der Lehrveranstaltung.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Zu den zu erwerbenden Kompetenzen zählen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Literaturrecherche,</li> <li>• korrektes Zitieren,</li> <li>• die Fähigkeit auszuwählen, welche Aspekte in der Ausarbeitung und im Vortrag behandelt werden,</li> <li>• zielgruppengerechtes Schreiben,</li> <li>• die Verwendung von Textverarbeitungswerkzeugen für die Präsentation und die Ausarbeitung,</li> <li>• sicheres Auftreten beim Vortragen eines wissenschaftlichen Themas sowie</li> <li>• fachspezifische Fragen zum ausgewählten Themengebiet zu beantworten.</li> </ul> <p>Am Ende jeder Lehreinheit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Teilnehmenden gezielt Fragen zum vorgetragenen Thema,</li> <li>• diskutieren über fachliche Aspekte der Präsentation,</li> <li>• üben konstruktive Kritik an der Darstellung des Themas und</li> <li>• bewerten die Präsentation aus vortragstechnischer Sicht.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• gesammelte Bücher, Artikel und Weblinks zu einem einschlägigen Themengebiet</li><li>• Marco Pruckner. Allgemeine Hinweise zu Seminarvorträgen und -ausarbeitungen.</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 609624	<b>Seminar Kommunikationssysteme (B.Sc.)</b> Seminar communication systems (B.Sc.)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar: Kommunikationssysteme (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhard German	
5	<b>Inhalt</b>	Teilnehmende arbeiten sich selbständig anhand der ausgewählten wissenschaftlichen Literatur in ein vorgeschlagenes Thema aus dem Bereich der Kommunikationssysteme ein, erstellen dazu eine schriftliche Ausarbeitung, bereiten einen Seminarvortrag vor und präsentieren ihn vor Lehrenden, interessierten wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts und Kommilitonen der Lehrveranstaltung.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Zu den zu erwerbenden Kompetenzen zählen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Literaturrecherche,</li> <li>• korrektes Zitieren,</li> <li>• die Fähigkeit auszuwählen, welche Aspekte in der Ausarbeitung und im Vortrag behandelt werden,</li> <li>• zielgruppengerechtes Schreiben,</li> <li>• die Verwendung von Textverarbeitungswerkzeugen für die Präsentation - und die Ausarbeitung,</li> <li>• sicheres Auftreten beim Vortragen eines wissenschaftlichen Themas sowie</li> <li>• fachspezifische Fragen zum ausgewählten Themengebiet zu beantworten.</li> </ul> <p>Am Ende jeder Lehreinheit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Teilnehmenden gezielt Fragen zum vorgetragenen Thema,</li> <li>• diskutieren über fachliche Aspekte der Präsentation,</li> <li>• üben konstruktive Kritik an der Darstellung des Themas und</li> <li>• bewerten die Präsentation aus vortragstechnischer Sicht.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 987845	<b>Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag</b> Advanced seminar medical electronics and electronic assistance systems	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Angelika Thalmayer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar werden aktuelle Themen aus dem Bereich "Moderne Konzepte in der Medizinelektronik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30 minütiger Vortrag jeder Studierenden und jedes Studierenden. Eine Diskussion mit den Zuhörerinnen und Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronik für Medizinische Diagnostik und Therapie</li> <li>• Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben im Alltag</li> <li>• Elektronische Systeme für AAL (Ambient Assisted Living)</li> <li>• Elektronische Systeme mit Microsystemtechnischen Komponenten (MEMS)</li> <li>• Kopplung Medizinelektronischer Systeme an Patientendatenbanken</li> <li>• Körpernahe Netzwerke</li> <li>• Körpernahe elektrische Energiegewinnung</li> <li>• Schaltungstechnik für Mikrowellenbasierte Blutbildanalyse</li> <li>• MEMS "Lab-on-chip (Labor auf Chipebene)</li> <li>• Vitalsensoren</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken.</li> <li>• Die Studierenden erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Medizinelektronik.</li> <li>• Die Studierenden vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Medizinelektronik und zeigen dessen Relevanz in der medizinischen Anwendung auf.</li> <li>• Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren.</li> <li>• Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 123526	<b>Seminar Nachrichtentechnische Systeme</b> Seminar Communication systems	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Nachrichtentechnische Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	
5	<b>Inhalt</b>	Im Seminar Nachrichtentechnische Systeme werden Themen aus dem Bereich der elektrischen Nachrichtenübertragung bearbeitet, präsentiert und diskutiert.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an</li> <li>• analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema</li> <li>• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen</li> <li>• wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren</li> <li>• analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Dieses Seminar erweitert und vertieft die Inhalte des Moduls Nachrichtentechnische Systeme. Die vorherige oder parallele Belegung dieses Moduls ist unabdingbar.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Seminarleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Themen werden unter Anleitung eines/r Betreuers/in eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet.</li> <li>• Studierende haben die Möglichkeit sich aktiv an der Formulierung des Vortragsthemas zu beteiligen.</li> <li>• Themen werden bei einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben.</li> <li>• Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jede/r Studierende einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender 15-minütiger Diskussion.</li> <li>• Vor den Beiträgen der Studierenden erfolgt eine Einführung zur Vortragstechnik durch Mitarbeiter des Lehrstuhls.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird eine ca. 6-10-seitige Ausarbeitung erstellt (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig).</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) <ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. halbstündiger Vortrag (60%)</li> <li>• Ausarbeitung im Umfang von 6-10 Seiten (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig, 30%)</li> <li>• aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken</li> <li>• Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien</li> <li>• Technische Literatur im Themengebiet</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 108984	<b>Seminar Technische Elektronik</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Technische Elektronik (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Peters	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	Im Seminar Technische Elektronik werden aktuelle Themen aus dem Bereich "Moderne Konzepte in der Schaltungstechnik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30-minütiger Vortrag jedes Studenten. Eine Diskussion mit den Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken.</li> <li>• Die Studenten erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Technischen Elektronik.</li> <li>• Die Studenten vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Technischen Elektronik.</li> <li>• Die Studenten erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren.</li> <li>• Die Studenten erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 684316	<b>SystemC als Seminar für IuK</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Typischerweise werden Hardware und Software eines eingebetteten Systems separat in verschiedenen Programmiersprachen entwickelt. Fortschrittliche Methoden vereinen die Entwicklung beider Welten in einem gemeinsamen Entwurfsfluss. Dies vereinfacht Integration, Simulation und Verifikation des gesamten Systems. Die Systembeschreibungssprache SystemC verfolgt diesen modernen Ansatz und findet zunehmend Akzeptanz in Industrie und Forschung.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Dieses Seminar vermittelt auf praxisnahe Weise nötige Grundlagen und Methoden für die Entwicklung eingebetteter Systeme in SystemC. Dabei behandeln wir im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Hardware/Software-Entwurf</li> <li>• Einführung in C++</li> <li>• Einführung in SystemC</li> <li>• Entwurf eingebetteter Systeme in SystemC am Beispiel einer interaktiven Fraktaldarstellungsapplikation.</li> <li>• Platformsimulation eines SoC mittels SystemC-TLM und OVP, einem Instruktionssatz-Simulator.</li> </ul> <p>In einem abschließenden Seminarvortrag bereiten die Studierenden ihr hierbei erworbenes Wissen auf.</p> <p><b>Fachkompetenz - Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erläutern die Grundlagen des Hardware/Software-Entwurfs.</li> <li>• Die Studierenden erläutern die verschiedenen Modellierungsebenen für den Hardware/Software-Entwurf.</li> <li>• Die Studierenden zeigen den Zusammenhang zwischen Simulationsgeschwindigkeit und Modellierungsebenen auf.</li> </ul> <p><b>Fachkompetenz - Anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden benutzen die C++ Klassenbibliothek SystemC zur Modellierung der Hardwarekomponenten und SystemC-TLM zur Modellierung der Busstrukturen ihres MPSoC Hardware/Software-Entwurfs.</li> <li>• Die Studierenden benutzen Instruktionssatz-Simulatoren zur Simulation der Softwarekomponenten ihres MPSoC Hardware/Software-Entwurfs.</li> </ul> <p><b>Fachkompetenz - Analysieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erforschen durch Analyse und Literaturrecherche die Vor- und Nachteile verschiedener Simulationsverfahren auf verschiedenen Modellierungsebenen.</li> </ul> <p><b>Fachkompetenz - Erschaffen</b></p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erstellen einen MPSoC Hardware/Software-Entwurf einer Fraktaldarstellungsapplikation in SystemC.</li> </ul> Sozialkompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „SystemC als Praktikum“ und „Seminar SystemC“ aus. Wenn Sie Informatik studieren, dann wählen Sie bitte das Modul „Seminar SystemC“ um Ihr 5 ECTS Seminar abzudecken. Dieses Modul ist auch alternativ als Praktikum für I&K auswählbar unter der Bezeichnung „SystemC als Praktikum“.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<b>Weitere Informationen:</b>  <a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/praktika/praktikum-systemc/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/praktika/praktikum-systemc/</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 559050	<b>Systems- and Networks-on-a-Chip</b> Systems- and networks-on-a-chip	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Systems- and Networks-on-a-Chip (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Wildermann Paul Krüger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Eingebettete Systeme spielen im alltäglichen Leben eine immer größere Rolle. Gleichzeitig nimmt die Komplexität dieser Systeme immer weiter zu. Durch die heutige Technologie ist es möglich, Millionen, in naher Zukunft Milliarden von Transistoren auf einem Chip zu platzieren. Dies führt dazu, dass häufig das komplette eingebettete System, ein sogenanntes System-on-a-Chip (SoC), auf einem einzigen Chip realisiert werden kann. Die Vorteile einer verbesserten Performanz, niedrigerem Energieverbrauch sowie sinkenden Kosten sind dabei unter anderem durch die Wiederverwendung bestehender Komponenten bedingt. Eine der Herausforderungen bestehender SoCs besteht darin, eine korrekte und zuverlässige Kommunikation zwischen den Komponenten herzustellen. Aus diesem Grund wird den Komponenten eine netzwerkartige Kommunikation zur Verfügung gestellt, wodurch sogenannte Networks-on-a-Chip (NoCs) entstehen. Dieses Seminar beschäftigt sich mit der Problematik von Design, Synthese und Analyse bestehender und zukünftiger Systems- und Networks-on-a-Chip. Hierbei soll vor allem die Vereinbarkeit verschiedener Anforderungen an das System wie Kosten, Platz- und Energieverbrauch oder Zuverlässigkeit in den verschiedenen Phasen der Entwicklung betrachtet werden.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz - Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden tragen die wesentlichen Inhalte einer ausgewählten wissenschaftlichen Veröffentlichung auf dem Gebiet der MPSoCs vor.</li> <li>Die Studierenden veranschaulichen den grundlegenden Kontext der Veröffentlichung sowie deren wesentliche Neuerungen.</li> </ul> <p><b>Lern- bzw. Methodenkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in eine wissenschaftliche Veröffentlichung ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten.</li> </ul> <p><b>Sozialkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragstil.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Seminar für IuK-Studierende Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus 70% Seminarvortrag (ca. 30 Minuten Präsentation + ca. 15 Minuten Frage und Antwort) und 30% schriftlicher Ausarbeitung (2 Seiten stichpunktartiges Handout).
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# Praktikum oder Projektarbeit

1	<b>Modulbezeichnung</b> 894349	<b>Audio Processing Laboratory</b> Audio processing laboratory	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Audio Processing Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre Prof. Dr. Meinard Müller Prof. Dr. Nils Peters Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler Prof. Dr. Emanuel Habets	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Meinard Müller	
5	<b>Inhalt</b>	This lab course offers a general introduction to Python and possibly also to other languages (MATLAB, R, ...). In particular, functions, transforms, and algorithms that are important for analyzing and processing audio signals are covered. After a general part, the lab course will allow the participants to delve into a more specific application within audio and acoustic signal processing.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The goal of this lab course is to acquire a deeper understanding of audio processing techniques by experimenting with, modifying and extending existing code. Furthermore, programming skills in Python and possibly also in other languages (MATLAB, R, ...) are acquired. The students understand and implement computer programs for specific experiments described in the script accompanying the lab. They test and evaluate their programs by conducting a series of experiments within the field of audio signal processing. They understand the requirements of practical realizations, synthesize a solution for a given problem, and apply advanced disciplinary knowledge and skills in signal processing. The students evaluate and interpret results by applying various visualization techniques and statistical methods. They collaborate with fellows students, discuss their solutions, give feedback to each other, and reflect upon the underlying theory as well as implementation issues.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This lab course requires a good understanding of basic principles in signal processing and some basic programming skills. Furthermore, it is beneficial to have some background in one of the more specific topics offered by the International Audio Laboratories Erlangen.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		

12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97525	<b>Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thanh Dat Nguyen PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Betrachtet man Anwendungen der Bild- und Videosignalverarbeitung stellt man fest, dass viele davon auf mobilen Plattformen ablaufen. Die dort verwendeten Systeme haben aber häufig nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit und müssen besonders auf den Energieverbrauch achten. Nichtsdestotrotz sind aber auch einfache, mobile Systeme wie Smartphones oder Tablets in der Lage, anspruchsvolle Signalverarbeitungsaufgaben für Bild- und Videosignale durchzuführen. Dies umfasst zum Beispiel die Codierung von Bildern und Videos, aber auch die Erzeugung von Panoramen oder die Berechnung von Bildern mit hohem Dynamikumfang.</p> <p>Das Praktikum "Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen" soll die Herausforderung, die mit einer Verarbeitung dieser Signale auf eingebetteten Plattformen einhergehen genauer vermitteln und es wird aufgezeigt, wie man selbst auf Plattformen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit entsprechende Algorithmen umsetzen kann. Hierzu werden in dem Praktikum Raspberry Pis als Plattform verwendet und die Programmierung erfolgt in Python.</p> <p>Die Versuche umfassen den Aufbau und die Inbetriebnahme der eingebetteten Plattform, eine Einführung in Python und in die grundlegenden Prozesse der Bild- und Videosignalverarbeitung. Weitere Versuchsinhalte sind die Anbindung einer Kamera, Bildsignalverarbeitungsprozesse mit der Kamera und die Implementierung verschiedener digitaler Filter. Das Praktikum beinhaltet außerdem verschiedene Anwendungen computergestützten Sehens (Computer Vision). Die Detektion von Merkmalen und Objekten in Bildern und Videos werden einführend behandelt und aktuelle Computer Vision Anwendungen, wie die Erstellung eines Panoramas werden betrachtet.</p> <p>*Content*:  Today, many image and video signal processing applications are running on embedded systems. However, the computational power and the energy storage is a limiting demand for embedded systems. Nevertheless, daily mobile devices like smartphone and tablet are able to perform signal processing tasks for image and video signals, for example coding of images and videos, the creation of a panorama or the calculation of images with high dynamic range.</p> <p>The image and video signal processing on embedded systems lab course should show the challenges that occur while handling with such mobile devices and the implementation of such algorithm on an embedded system. Therefore, Raspberry Pis as embedded</p>	

		systems and Python as coding language is used in the laboratory. The experiments include the setup of the Raspberry Pi, an introduction to Python and an introduction to image and video signal processing. In addition, a camera will be connected, signal processing will be done with the camera and digital filters are implemented. Moreover, the laboratory includes different computer vision applications like the creation of a panorama.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen</li> <li>• wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitungsalgorithmen an</li> <li>• erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python</li> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen</li> <li>• bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the challenges of the embedded system</li> <li>• make use of the coding language Python for image and video signal processing algorithms</li> <li>• implement functional programs with Python</li> <li>• evaluate the blocks of computer vision algorithms</li> <li>• evaluate the self-implemented programs by subjective and objective comparison</li> <li>• reflect the learning process in the laboratory.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Das Skript zum Praktikum "Image and video signal processing on embedded platforms" wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.</p> <p>The laboratory script "Image and video signal processing on embedded platforms" will be handed out in the first session.</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97500	<b>Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf</b> Laboratory: Digital ASIC design	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitaler ASIC-Entwurf (Blockpraktikum) (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jürgen Frickel
5	<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Praktikum wird jeweils in Zweiergruppen eine komplexe digitale Schaltung für ein FPGA entworfen, Entwurfsziel sind hardware- und grafikorientierte Anwendungen, die ohne Prozessor/Software als reine Hardware-Lösung entwickelt und realisiert werden müssen. Hierzu müssen die Teilnehmer zu Beginn eine rudimentär vorgegebene Systemspezifikation analysieren, verbessern und verfeinern, eine Systemidee entwickeln, das geplante System partitionieren und auf Module aufteilen. Die angestrebten Lösungen werden in regelmässigen Kurzvorträgen mit der Gesamtgruppe diskutiert.</p> <p>Die in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL entworfenen Module können dann mit Hilfe des Entwurfswerkzeugs (aktuell: XILINX Vivado) spezifiziert, simuliert, verifiziert und abschließend für die Ziel-Hardware synthetisiert werden.</p> <p>Hierbei ist außer der Schnittstellenproblematik zwischen den Modulen auch der Aspekt des simulations- und testfreundlichen Entwurfs zu beachten.</p> <p>Mit einer vorhandenen FPGA-Testumgebung (Evaluation/Education Board) wird der Funktions- und Systemtest auf realer Hardware durchgeführt.</p> <p>Nach der Verifikation und Zusammenschaltung aller Module erfolgt ein abschließender Funktionstest und Bewertung (Größe, Geschwindigkeit, Funktionsumfang, Effizienz, etc.) der Schaltung in Form einer Demonstration vor der Gesamtgruppe.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Anwenden Die Studierenden setzen die vorab (in einer anderen LV) erlernte Hardware-Beschreibungssprache VHDL in ihrem vollen Umfang zur Spezifikation und Implementierung eines komplexen, digitalen Systems ein.</p> <p>Analysieren Die Studierenden analysieren ein nur rudimentär beschriebenes digitales mikroelektronisches System, untersuchen mögliche Lösungsansätze und strukturieren diese Lösungsansätze in handhabbare Module.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden diskutieren und bewerten im Rahmen von Kurzvorträgen eigene und fremde Lösungsvorschläge zum Systementwurf, vergleichen diese nach eigenen Kriterien, und wählen dann hiermit die besten Lösungen zur Realisierung aus.</p>

		<p>Die Studierenden bewerten nach Fertigstellung des Systementwurfs nach verschiedenen Kriterien (Größe, Geschwindigkeit=längster Pfad, Performance, Ästhetik, Code-Qualität) ihre und die anderen Entwürfe. Erschaffen</p> <p>Wegen der sehr knappen Auslegung der gegebenen Spezifikation der Systembeschreibung konzipieren die Studierenden ganz eigene, individuelle Lösungen für die Funktionsmodule und das Gesamtsystem.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Die Studierenden erlernen die Methodik zur Transformation einer Systemidee in eine digitale Realisierung.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Studierende erlernen, Problemstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen. Die Studierenden erarbeiten ihre Lösungen in Zweiergruppen und erläutern bzw. verteidigen diese in Kurzvorträgen gegenüber der Gesamtgruppe.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitaltechnik (oder ähnliche Grundlagen-LV, z.B. TI-1)</li> <li>• V+Ü "Hardware-Beschreibungssprache VHDL" (oder andere gleichwertige LVen)</li> <li>• oder: nachgewiesene gute Kenntnisse/praktische Erfahrungen in VHDL, z.B. durch Praktikanten- oder Werkstudententätigkeit, intensives Eigenstudium, etc.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Frickel J.; Skript der LV "Hardware-Beschreibungssprache VHDL"</p> <p>Xilinx; Handbuch Xilinx Vivado</p> <p>Lehmann G.; Wunder B.; Selz M.: Schaltungsdesign mit VHDL.</p> <p>Poing Franzis 1994</p> <p>Bleck Andreas: Praktikum des modernen VLSI-Entwurfs. Stuttgart Teubner 1996</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97520	<b>Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kreuzer Dr.-Ing. Heinrich Löllmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Laborpraktikum wird die Theorie aus der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung in der Praxis angewandt, unter Verwendung der Programmierumgebung MATLAB. Die behandelten Themen umfassen Quantisierung, Spektralanalyse, FIR- und IIR-Filterentwurf, Filterbänke, sowie adaptive Filter.</p> <p>Das Praktikum besteht aus 5 Versuchsterminen, an denen die Teilnehmer in Zweiergruppen Programmieraufgaben lösen, und einem 5-tägigen Block, in dem jede Gruppe ein individuelles Projekt aus dem Bereich der Digitalen Signalverarbeitung bearbeitet.</p> <p>Das Praktikum erfordert vorhandene MATLAB-Programmierkenntnisse. Es ist möglich, das Praktikum parallel zur Vorlesung Digitale Signalverarbeitung zu besuchen, allerdings ist es dazu notwendig, die jeweiligen Vorlesungsinhalte vor dem Praktikumstermin zu wiederholen, und an Übung und Tutorium teilzunehmen.</p> <p>*Contents*</p> <p>In this laboratory course the theory from the lecture Digital Signal Processing is applied in practice, using the programming environment MATLAB. The topics include quantization, spectral analysis, FIR and IIR filter design, filter banks and adaptive filters.</p> <p>The course consists of 5 guided experiments in which students work on programming problems in groups of two, and a 5-day block course where each group works on an individual project from the field of digital signal processing.</p> <p>The preparation, as well as the results of the past experiment will be examined by a short test at the beginning of each experiment. For passing the lab course, a minimum number of points from the tests and the project is required.</p> <p>The course requires previous experience in MATLAB programming. It is possible to take the course in parallel to the DSP lecture, however, revision of the relevant lecture contents before each lab lesson, and participation in the DSP exercises and tutorials is required.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erzeugen funktionsfähige MATLAB-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an</li> <li>• analysieren und evaluieren den von ihnen implementierten Algorithmus</li> <li>• verstehen die Anforderungen praktischer Realisierungen von Algorithmen zur Digitalen Signalverarbeitung</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The script for this lab course will be handed out at the introductory meeting. Moreover, the following books are recommended</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</li> <li>A.V. Oppenheim, R.V. Schafer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</li> <li>K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97530	<b>Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)</b> Laboratory course: Embedded microcontroller systems (PEMSY)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (Blockpraktikum) (3 SWS) Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (3 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klob	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer Maschine" gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese Maschine" in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann. Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Löttaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte Maschine" nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden. Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen. Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung PEMSYP sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Verfahren der Mikrocontroller-Programmierung anzuwenden. Die Studierenden lernen dabei eigene Software für Mikrocontroller zu entwickeln. Sie lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Komponenten wie z.B. Strukturelemente und On-Chip-Peripherie am Beispiel des Mikrocontrollers ATmega32 zu verstehen. Dabei analysieren sie deren Zeitverhalten, entwickeln Methoden zum Anschluss von Peripherie-Elementen und bewerten Wechselwirkungen zwischen Hard- und Software.</p>	

		<p>Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software-Entwicklung unter Linux</li> <li>• Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller</li> <li>• Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller</li> </ul> <p>Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten an bedrahteten Bauelementen</li> <li>• Aufbau von einer Programmieradapterschaltung</li> <li>• Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display</li> <li>• Systematische Fehlersuche</li> </ul> <p>Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serielle synchrone Datenübertragung (SPI)</li> <li>• serielle asynchrone Datenübertragung (UART)</li> <li>• parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus</li> </ul> <p>Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befehlssatz des LCD Controllers HD44780</li> <li>• Befehlssatz eines ISM Funkmoduls</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen</li> <li>• Kenntnisse in der Programmiersprache C</li> <li>• Grundverständnis von Booleschen Operationen</li> <li>• Englischkenntnisse</li> <li>• Deutschkenntnisse</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language <a href="https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/">https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97651	<b>Laborpraktikum Image and Video Compression</b> Laborpraktikum Multimediakommunikation	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Christian Herglotz	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Programmierumgebung MATLAB</li> <li>• Realisierung der Verarbeitungsblöcke von Videocodern</li> <li>• Aufbau eines Videocodecs und optionale Erweiterungen</li> <li>• Durchführung eines subjektiven Vergleichs verschiedener Videocodecs</li> <li>• Präsentation und kritische Beurteilung der Ergebnisse</li> </ul> <p>*Content*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to MATLAB</li> <li>• Implementation of the single video codec processing blocks</li> <li>• Integration into the video codec pipeline, tests, and extensions</li> <li>• Participation in a subjective video test of selected implementations</li> <li>• Presentation and discussion of the achieved results.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erzeugen ein funktionsfähiges Programmsystem mit der Programmierumgebung MATLAB,</li> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Video-Codern,</li> <li>• gestalten ihren eigenen Videocodec und entwickeln dazu von ihnen selbst gewählte optionale Erweiterungen,</li> <li>• bewerten die von ihnen realisierten Videocodecs durch einen subjektiven Vergleich,</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul> <p>* Learning Targets and Skills:*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• create a fully functional program using the programming environment MATLAB,</li> <li>• evaluate the processing blocks of a typical video codec,</li> <li>• design their own video codec and enhance it by extensions of their choice,</li> <li>• evaluate their implemented video codecs in a subjective comparison,</li> <li>• reflect upon the methods conveyed during the laboratory.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Das Praktikum Image and Video Compression wendet sich an Studierende aus den Studiengängen EEI, IuK und CE, die die Vorlesung Bild- und Videocodierung (Image and Video Coding) im gleichen Semester hören oder bereits gehört haben.</p> <p>The lab course Image and Video Compression is suited for students from the field of study in EEI, IuK, WIng, ASC, CME, and CE, who participate in the lecture Image and Video Compression in the current summer semester or who have already attended the lecture.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Das Skriptum Praktikum Image and Video Compression wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.  The lab course notes will be distributed during the introductory meeting.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 330292	<b>Laborpraktikum Kommunikationssysteme</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Projekt/Praktikum Kommunikationssysteme (0 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhard German
5	<b>Inhalt</b>	Praktische Anwendungen aktueller Themen aus dem Bereich Kommunikationssysteme
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Praktikum dient dazu, die selbständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung der Informatik in einer Gruppe oder einzeln zu erlernen und die dazu notwendigen Methoden praktisch anzuwenden. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten sich in ein laufendes Forschungsprojekt ein;</li> <li>- arbeiten im Team mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und anderen Studierenden;</li> <li>- konzipieren und implementieren Erweiterungen von Kommunikationssystemen;</li> <li>- verstehen und ergänzen die Dokumentation von Kommunikationssystemen;</li> <li>- arbeiten mit Versionsverwaltungssystemen;</li> <li>- verwenden Software- und Hardware-Entwicklungs-Tools;</li> <li>- stellen die Ergebnisse ihrer Entwicklung einem Leitungsgremium dar.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97470	<b>Laborpraktikum Nachrichtentechnische Systeme</b> Laboratory course: Communication systems	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Gruppe B (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>1) Signale, Systeme, Störungen 1.1 Einführung 1.2 Theoretische Grundlagen 1.2.1 Spitzenwertbegrenzung und Aussteuerung 1.2.2 Spitzenwertfaktor 1.3 Versuchsequipment 1.3.1 Mögliche Messfehler 1.4 Versuchsdurchführungen 1.4.1 Filterung von Signalen 1.4.2 Störung von Signalen</p> <p>2) Amplitudenmodulation 2.1 Einführung 2.2 Versuchsequipment 2.2.1 Benutzeroberfläche des Senders (TX) 2.2.2 Benutzeroberfläche des Empfängers (RX) 2.2.3 Auswertung aufgezeichneter Daten 2.2.4 Implementierung der Modulationsverfahren 2.3 Versuchsdurchführungen 2.3.1 Betrachtung verschiedener Sendesignale 2.3.2 Demodulationsverfahren 2.3.3 Übertragung über den AWGN-Kanal 2.3.4 ECB-Darstellung</p> <p>3) Frequenzmodulation 3.1 Einführung 3.1.1 Phasenmodulation 3.1.2 Frequenzmodulation 3.1.3 Hochfrequente Sendesignale 3.2 Versuchsequipment 3.2.1 Implementierung der Modulationsverfahren 3.3 Versuchsdurchführungen 3.3.1 Signale im Zeitbereich 3.3.2 Signale im Frequenzbereich 3.3.3 FM-Spektrum für rauschartige Quellensignale 3.3.4 Demodulation 3.3.5 FM-Übertragung über den AWGN-Kanal</p> <p>4) Pulscodemodulation 4.1 Einführung 4.2 Hard- und Software für die Versuche zur Pulscodemodulation 4.3 Versuchsdurchführungen 4.3.1 Abtasttheorem, PAM 4.3.2 PCM, gleichmäßige Quantisierung 4.3.3 PCM, logarithmisch komprimiert 4.3.4 PCM mit Bitfehlern</p> <p>5) Digital Transmission of Data 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.3.1 Transmitter 5.3.2 Receiver 5.4 Lab Exercises 5.4.1 Signal Generation at the Transmitter 5.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 5.4.3 Transmission over the AWGN Channel</p> <p>6) Informationstheorie 6.1 Einführung 6.1.1 Quellencodierung 6.2 Versuchsdurchführungen 6.2.1 Entropie 6.2.2 Huffman-Codierung</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der grundlegenden nachrichtentechnischen Übertragungsverfahren. Dazu analysieren sie zuerst die Signaleigenschaften von Audiosignalen und übertragen ihre theoretischen Kenntnisse auf die konkreten Beispiele im Labor.</li> <li>Sie erzeugen im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale für analoge und digitale Modulationsverfahren (AM, FM, digitale PAM), die sie mit</li> </ul>	

		<p>Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie bauen nach Anleitung Übertragungsstrecken für diese Verfahren auf und untersuchen die Effekte auf Empfängerseite. Dazu bestimmen sie Störabstände, Fehlerraten usw. Sie verdeutlichen sich die Effekte bei Abtastung und Quantisierung anhand von Audiosignalen.</li> <li>• Die im Modul "Nachrichtentechnische Systeme (bzw. "Grundlagen der Nachrichtenübertragung")" vermittelten Kenntnisse der Informationstheorie nutzen sie zur Implementierung von einfachen Quellencodierern in MATLAB.</li> <li>• Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegeben Unterlagen und den Unterlagen zur Vorlesung "Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik" selbständig vor.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen.</li> <li>• Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten durch die Betreuer jederzeit gegeben ist.</li> <li>• Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst. Sie erkennen die Notwendigkeit gewisserhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die die Module <i>Nachrichtentechnische Systeme</i> oder <i>Grundlagen der Nachrichtenübertragung</i> bereits absolviert haben oder sie parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen.</p> <p>Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus <i>Software für die Mathematik</i> oder <i>Simulationstools</i>).</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sind 6 Versuche zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben.</li> <li>• Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuch überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die schriftliche Vorbereitung ist vor Beginn des Versuchs zusätzlich auf StudOn elektronisch einzureichen.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. Zusätzlich sind erstellte Dateien und Unterlagen in Anschluss an die Versuchsdurchführung elektronisch auf StudOn zu hinterlegen.</li> <li>Zum Bestehen des Praktikums sind 6 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 6 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.</li> <li>Die Teilnahme an einer einführenden Unterweisung in die verwendeten Geräte und die Lernplattform StudOn ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum.</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skriptum zum Praktikum</li> <li>J. Huber, Skriptum zur Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97720	<b>Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine</b> Laboratory course: Systematic design with programmable logic devices (PLD)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert-Marcel Schrotz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per In-System-Programmierung" getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL</li> <li>• Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik</li> <li>• Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten</li> <li>• Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik</li> <li>• Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 182405	<b>Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung</b> Laboratory architectures for digital signal processing	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christof Pfannenmüller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung</li> <li>• Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs</li> <li>• Erzeugung einer PRBS Sequenz</li> <li>• Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus</li> <li>• Digitale Filterung</li> <li>• Demodulation/Detektion</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eine digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzeptionieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen</p> <p>Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren</p> <p>Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 194239	<b>Praktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen</b> Lab course image and video processing on embedded platforms	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thanh Dat Nguyen PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>Betrachtet man Anwendungen der Bild- und Videosignalverarbeitung stellt man fest, dass viele davon auf mobilen Plattformen ablaufen. Die dort verwendeten Systeme haben aber häufig nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit und müssen besonders auf den Energieverbrauch achten. Nichtsdestotrotz sind aber auch einfache, mobile Systeme wie Smartphones oder Tablets in der Lage, anspruchsvolle Signalverarbeitungsaufgaben für Bild- und Videosignale durchzuführen. Dies umfasst zum Beispiel die Codierung von Bildern und Videos, aber auch die Erzeugung von Panoramen oder die Berechnung von Bildern mit hohem Dynamikumfang.</p> <p>Das Praktikum "Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen" soll die Herausforderung, die mit einer Verarbeitung dieser Signale auf eingebetteten Plattformen einhergehen genauer vermitteln und es wird aufgezeigt, wie man selbst auf Plattformen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit entsprechende Algorithmen umsetzen kann. Hierzu werden in dem Praktikum Raspberry Pis als Plattform verwendet und die Programmierung erfolgt in Python. Die Versuche umfassen den Aufbau und die Inbetriebnahme der eingebetteten Plattform, eine Einführung in Python und in die grundlegenden Prozesse der Bild- und Videosignalverarbeitung. Weitere Versuchsinhalte sind die Anbindung einer Kamera, Bildsignalverarbeitungsprozesse mit der Kamera und die Implementierung verschiedener digitaler Filter. Das Praktikum beinhaltet außerdem verschiedene Anwendungen computergestützten Sehens (Computer Vision). Die Detektion von Merkmalen und Objekten in Bildern und Videos werden einführend behandelt und aktuelle Computer Vision Anwendungen, wie die Erstellung eines Panoramas werden betrachtet.</p> <p>*Content*: Today, many image and video signal processing applications are running on embedded systems. However, the computational power and the energy storage is a limiting demand for embedded systems. Nevertheless, daily mobile devices like smartphone and tablet are able to perform signal processing tasks for image and video signals, for example coding of images and videos, the creation of a panorama or the calculation of images with high dynamic range. The image and video signal processing on embedded systems lab course should show the challenges that occur while handling with</p>

		such mobile devices and the implementation of such algorithm on an embedded system. Therefore, Raspberry Pis as embedded systems and Python as coding language is used in the laboratory. The experiments include the setup of the Raspberry Pi, an introduction to Python and an introduction to image and video signal processing. In addition, a camera will be connected, signal processing will be done with the camera and digital filters are implemented. Moreover, the laboratory includes different computer vision applications like the creation of a panorama.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen</li> <li>• wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitungs-Algorithmen an</li> <li>• erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python</li> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen</li> <li>• bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the challenges of the embedded system</li> <li>• make use of the coding language Python for image and video signal processing algorithms</li> <li>• implement functional programs with Python</li> <li>• evaluate the blocks of computer vision algorithms</li> <li>• evaluate the self-implemented programs by subjective and objective comparison</li> <li>• reflect the learning process in the laboratory.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch

16	<b>Literaturhinweise</b>	Das Skript zum Praktikum "Image and video signal processing on embedded platforms" wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.  The laboratory script "Image and video signal processing on embedded platforms" will be handed out in the first session.
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 102524	<b>Praktikum Software Engineering in der Praxis</b> Laboratory course: Software engineering in practice	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Francesca Saglietti	
5	<b>Inhalt</b>	In den praktischen Übungen werden Werkzeuge zur Entwicklung und zur Analyse komplexer Software vorgestellt, deren industrielle Einsetzbarkeit anschließend von den Teilnehmenden anhand für die Praxis repräsentativer Aufgabenstellungen erprobt wird.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Potenzial und Grenzen unterschiedlicher Werkzeuge zur Unterstützung softwaretechnischer Tätigkeiten;</li> <li>• wenden unterschiedliche Werkzeuge an, um sowohl selbständig als auch in Teams Beispielaufgaben aus dem Bereich der objektorientierten Analyse, des objektorientierten Entwurfs, des Testens, des Beweisens und des Projektmanagements zu lösen;</li> <li>• erklären erstellte Lösungen und skizzieren mögliche Alternativen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 255 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 837918	<b>SoC-Entwurf</b> Design of SoCs	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann	
5	<b>Inhalt</b>	Ein Systems-on-a-Chip (SoC) besteht aus einem oder mehreren Prozessoren sowie weiteren Komponenten, wie Speicher, Bussen, Co-Prozessoren, Hardware-Beschleunigern und IP-Cores, welche auf einem einzelnen Chip realisiert werden. Das Praktikum behandelt die Grundlagen zum Entwurf von SoCs. Dabei werden grundlegende Methoden sowie ausgewählte Werkzeuge und Programmiersprachen vorgestellt. Der Inhalt wird in Fachvorträgen sowie praktischen Übungen vermittelt. Außerdem wird exemplarisch ein SoC auf einer FPGA-Plattform betrachtet.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden verstehen den Entwurfsfluss zur Umsetzung von SoC-Systemen durch FPGAs unter Verwendung moderner CAD-Tools und VHDL.</li> <li>◦ Die Studierenden verstehen den Einsatz von IP-Cores.</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden erlernen den Entwurf von SoC-Systemen auf eine individuelle Aufgabestellung anzuwenden.</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden entwerfen eigene IP-Cores bzw. VHDL-Module.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Selbstkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden schätzen ihre individuellen Stärken ein, um eine geeignete Aufteilung innerhalb der Gruppe festzulegen.</li> </ul> <p><b>Sozialkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, SoC-Systeme mit Hilfe moderner CAD-Tools im Team zu konzipieren und zu implementieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Zur Anerkennung des Praktikums ist die erfolgreiche Teilnahme an den Praktikumsterminen und die erfolgreiche Bearbeitung aller Praktikumsaufgaben verpflichtend.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 504407	<b>Software Engineering in der Praxis</b> Software engineering in practice	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Francesca Saglietti	
5	<b>Inhalt</b>	In den praktischen Übungen werden Werkzeuge zur Entwicklung und zur Analyse komplexer Software vorgestellt, deren industrielle Einsetzbarkeit anschließend von den Teilnehmern anhand für die Praxis repräsentativer Aufgabenstellungen erprobt wird.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Potenzial und Grenzen unterschiedlicher Werkzeuge zur Unterstützung softwaretechnischer Tätigkeiten;</li> <li>• wenden unterschiedliche Werkzeuge an, um sowohl selbständig als auch in Teams Beispielaufgaben aus dem Bereich der objektorientierten Analyse, des objektorientierten Entwurfs, des Testens, des Beweisens und des Projektmanagements zu lösen;</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 368903	<b>SystemC als Praktikum</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Typischerweise werden Hardware und Software eines eingebetteten Systems separat in verschiedenen Programmiersprachen entwickelt. Fortschrittliche Methoden vereinen die Entwicklung beider Welten in einem gemeinsamen Entwurfsfluss. Dies vereinfacht Integration, Simulation und Verifikation des gesamten Systems. Die Systembeschreibungssprache SystemC verfolgt diesen modernen Ansatz und findet zunehmend Akzeptanz in Industrie und Forschung.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Dieses Praktikum vermittelt auf praxisnahe Weise nötige Grundlagen und Methoden für die Entwicklung eingebetteter Systeme in SystemC. Dabei behandeln wir im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Hardware/Software-Entwurf</li> <li>• Einführung in C++</li> <li>• Einführung in SystemC</li> <li>• Entwurf eingebetteter Systeme in SystemC am Beispiel einer interaktiven Fraktaldarstellungsapplikation.</li> <li>• Platformsimulation eines SoC mittels SystemC-TLM und OVPTM, einem Instruktionssatz-Simulator von Imperas.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erläutern die Grundlagen des Hardware/Software-Entwurfs.</li> <li>• Die Studierenden erläutern die verschiedenen Modellierungsebenen für den Hardware/Software-Entwurf.</li> <li>• Die Studierenden zeigen den Zusammenhang zwischen Simulationsgeschwindigkeit und Modellierungsebenen auf.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden benutzen die C++ Klassenbibliothek SystemC zur Modellierung der Hardwarekomponenten und SystemC-TLM zur Modellierung der Busstrukturen Ihres MPSoC Hardware/Software-Entwurfs.</li> <li>• Die Studierenden benutzen Instruktionssatz-Simulatoren zur Simulation der Softwarekomponenten Ihres MPSoC Hardware/Software-Entwurfs.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erstellen einen MPSoC Hardware/Software-Entwurf einer Fraktaldarstellungsapplikation in SystemC.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Seminar SystemC“ und „SystemC als Seminar für IuK“ aus. Wenn Sie Informatik studieren, dann wählen Sie bitte das Modul „Seminar SystemC“ um Ihr 5 ECTS Seminar abzudecken. Dieses Modul ist auch alternativ als Seminar für I&amp;K auswählbar unter der Bezeichnung „SystemC als Seminar für IuK“.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Praktikum oder Projektarbeit Bachelor of Science Informations- und Kommunikationstechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<b>Weitere Informationen:</b>  <a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/praktika/praktikum-systemc/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/praktika/praktikum-systemc/</a>