
M.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik (PO 2014)

Kommunikationstechnik und Sensorsysteme (KTS)

Stand: 01.09.2021



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Elektrotechnik und Infor-
mationstechnik

Modulhandbuch: M.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik (PO 2014)
Kommunikationstechnik und Sensorsysteme (KTS)
Stand: 01.09.2021

Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Email: servicezentrum@etit.tu-darmstadt.de

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	1
Digitale Signalverarbeitung	1
Hochfrequenztechnik II	3
Information Theory II	4
Communication Technology II	5
Praktikum Kommunikationstechnik und Sensorsysteme	7
2 Wahlmodule	8
2.1 KTS I: Vorlesungen	8
Adaptive Filter	8
Akustik I	10
Antennas and Adaptive Beamforming	12
Konvexe Optimierung in Signalverarbeitung und Kommunikation	13
MIMO - Communication and Space-Time-Coding	15
Mobile Communications	17
Praktikum Digitale Signalverarbeitung	19
Radartechnik	20
Sprach- und Audiosignalverarbeitung	21
Computational Methods for Systems and Synthetic Biology	23
Sensor Array Processing and Adaptive Beamforming	25
Mikrowellenmesstechnik	27
Machine Learning & Energy	29
Machine Learning in Information and Communication Technology (ICT)	31
Matrixanalyse und schnelle Algorithmen	33
Robust Signal Processing With Biomedical Applications	35
Data Science I	37
Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken	39
Fundamentals of Reinforcement Learning	41
2.2 KTS II: Seminare und Projektseminare	43
Advanced Topics in Statistical Signal Processing	43
Project Seminar Advanced μ Wave Components & Antennas	45
Project Seminar Wireless Communications	46
Projektseminar Neue Themen in der Sensor-Array und Tensor Signalverarbeitung	47
Signal Detection and Parameter Estimation	48
Projektseminar Neue Themen in MIMO Kommunikationsnetzwerken	50
Robust and Biomedical Signal Processing	51
Internationale Sommerschule „Mikrowellen und Lichtwellen“	53
Einführung in Scientific Computing mit Python	54
Data Science II	55
Wettbewerb künstliche Intelligenz in der Medizin	57
Projektseminar Terahertz-Technologie, Kommunikation und Sensorik	58

1 Grundlagen

Modulname Digitale Signalverarbeitung					
Modul-Nr. 18-zo-2060	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt 1) Zeitdiskrete Signale und lineare Systeme - Abtastung und Rekonstruktion der analogen Signale 2) Design digitaler Filter – Filter Design Prinzipien; Linearphasige Filter; Filter mit endlicher Impulsantwort; Filter mit unendlicher Impulsantwort; Implementation 3) Digitale Analyse des Spektrums - Stochastische Signale; Nichtparametrische Spektralschätzung; Parametrische Spektralschätzung; Applikationen 4) Kalman Filter				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden verstehen grundlegende Prinzipien der Signalverarbeitung. Sie beherrschen die Analyse im Zeit- und im Frequenzbereich von deterministischen und statistischen Signalen. Die Studierenden haben erste Erfahrungen mit dem Software Tool MATLAB.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundlegende Kenntnisse der Signal- und Systemtheorie (Deterministische Signale und Systeme)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 180 min, Standard BWS) Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer 180 Min, Standard) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls BSc ETiT, Wi-ETiT, MSc Medizintechnik				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Skript zur Vorlesung Vertiefende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • A. Oppenheim, W. Schaffer: Discrete-time Signal Processing, 2nd ed. • J.F. Böhme: Stochastische Signale, Teubner Studienbücher, 1998 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-zo-2060-v1	Kursname Digitale Signalverarbeitung			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir, M.Sc. Martin Gölz			Lehrform Vorlesung	SWS 3

Kurs-Nr. 18-zo-2060-ue	Kursname Digitale Signalverarbeitung		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir, M.Sc. Martin Gölz	Lehrform Übung	SWS 1	

Modulname Hochfrequenztechnik II					
Modul-Nr. 18-jk-2130	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby		
1	Lerninhalt Teil 1 Passive Mikrowellenkomponenten: Berechnung der Eigenschaften von einfachen passiven Mikrowellenkomponenten (Mikrostreifenleitung, Filter, Resonator, Kondensator, Induktivität) für MMICs. Teil 2 Aktive Mikrowellenkomponenten: * Halbleitermaterialsysteme: Eigenschaften, Herstellung und Anforderungen * Kontakte an Halbleiterbauelementen: Eigenschaften und Charakteristiken * Ladungsträgertransport: Eigenschaften und Streuprozesse * Feldeffekt-Transistor (FET) und Heterostrukturtransistor (HEMTs) Teil 3 Aktive Mikrowellenschaltungen (Hauptteil): * Wellen- und S-Parameter * FET-Verstärker: Betrieb, Ersatzschaltbild, Gewinn, Anpassung, Stabilität und Schaltungsimplementierung * Oszillatoren * Mischer/Vervielfacher-Schaltungen Die Anwendungsmöglichkeiten für solche Schaltungen reichen von Kommunikationssystemen wie Mobiltelefonen bis hin zu Satellitensendern sowie Hochfrequenzquellen bis zu Terahertz.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Der Studierende sollte die Physik von Mikrowellen-Wellenleitern, Resonatoren, Mikrowellenkomponenten (passiv und aktive) sowie Mikrowellenschaltungen verstehen.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Wünschenswert: Grundlagen der Elektrodynamik, Hochfrequenztechnik I				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iCE, MSc IST, Wi-ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Skript und Folien. Literatur wird in der Vorlesung empfohlen.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-jk-2130-vl	Kursname Hochfrequenztechnik II			
	Dozent PD Dr.-Ing. Oktay Yilmazoglu			Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-jk-2130-ue	Kursname Hochfrequenztechnik II			
	Dozent PD Dr.-Ing. Oktay Yilmazoglu			Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Information Theory II					
Modul-Nr. 18-pe-2010	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt Diese Vorlesung behandelt fortgeschrittene Themen der Netzwerkinformationstheorie. Übersicht: Überblick über die Shannon-Kapazität, Kapazität von multiple-input multiple-output (MI-MO) Kanälen, outage und ergodische Kapazitäten, Kapazität in Kannälen mit Gedächtnis, Kapazität von Gauß'schen Vektorkanälen, Kapazitätsbereiche von Mehrbenutzerkanälen, Kapazitätsbereiche von multiple-access and Broadcast fading Kanälen, Interferenzkanäle, Relay Kanäle, Mehrnutzerdiversität, Wiretap Kanal, Raten von vertraulicher Kommunikation, Kommunikationssicherheit auf der physikalischen Schicht				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten lernen die fortgeschrittene Informationstheorie sowie error-correcting Codes kennen.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse der Informationstheorie				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, BSc iST, MSc Wi-ETiT, MSc iCE, BSc/MSc CE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur 1. Abbas El Gamal and Young-Han Kim, Network Information Theory, Cambridge, 2011. 2. T.M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, Wiley Sons, 1991. 3. D.Tse and P Vishwanath, Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-pe-2010-vl	Kursname Information Theory II			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento			Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-pe-2010-ue	Kursname Information Theory II			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento			Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Communication Technology II					
Modul-Nr. 18-kl-2010	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		
1	Lerninhalt Lineare und nichtlineare Modulationsverfahren, Optimale Empfänger für AWGN Kanäle, Fehlerwahrscheinlichkeiten, Kanalkapazität, Kanalmodelle Kanalschätzung und Datendetektion für Mehrwegekanäle, Mehrträgerverfahren, OFDM				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach Besuch der Lehrveranstaltung: <ul style="list-style-type: none"> • lineare und nichtlineare Modulationsverfahren mit Hilfe der Signalraumdarstellung klassifizieren und analysieren; • den Einfluss von AWGN Kanälen auf das Empfangssignal verstehen, beschreiben und analysieren • optimale Empfängerstrukturen für AWGN Kanäle verstehen und herleiten, • den Einfluss von Mehrwege-Kanälen auf das Empfangssignal (Intersymbolinterferenz) verstehen, beschreiben und analysieren; • den Einfluss von Mehrwege-Kanälen mathematisch beschreiben (Kanalmodelle) und empfangsseitig schätzen (Kanalschätzung); • den Einfluss von Mehrwege-Kanälen auf das Empfangssignal invertieren (Entzerrung des Signals) und verschiedene Entzerrer-Strukturen entwerfen und herleiten; • die Eigenschaften und Anwendungsgebiete von Mehrträgerübertragungs-Systemen, wie OFDM-Systemen, bewerten und analysieren; • die Systemparameter von Mehrträgerverfahren zur Anwendung in realistischen Mobilfunk-Szenarien herleiten und bewerten; 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Elektrotechnik und Informationstechnik I und II, Deterministische Signale und Systeme, Stochastische Signale und Systeme, Kommunikationstechnik I, Grundlagen der Nachrichtentechnik, Mathematik I bis IV				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETIT, MSc Wi-ETiT, MSc CE, MSc iCE, MSc iST, MSc MEC				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur gemäß Hinweisen in der Lehrveranstaltung				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-kl-2010-vl	Kursname Communication Technology II			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Anja Klein			Lehrform Vorlesung	SWS 2



	Kurs-Nr. 18-kl-2010-ue	Kursname Communication Technology II		
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Praktikum Kommunikationstechnik und Sensorsysteme					
Modul-Nr. 18-kt-2010	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 105 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby		
1	Lerninhalt Im Rahmen des Praktikums werden in 7 Versuchen grundlegende Themen der Nachrichten, Kommunikations- und Hochfrequenztechnik bearbeitet: Mobile Radio Channel + Diversity (SW) Signal Detection and Parameter Estimation (Matlab) Digital Modulation (HW) Coding (SW) Parasitic Effects in Passive RF Devices (SW) RF FET Amplifier (HW) Polarization of Light (HW) Antennas: Fields and Impedance (HW)				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten werden schrittweise angeleitet sich selbständig in vorgegebene Themengebiete einzuarbeiten. Es werden innerhalb eines begrenzten Zeitrahmens vorbereitete, experimentelle Tätigkeiten durchgeführt, die Ergebnisse protokolliert, ausgewertet und diskutiert. Durch dieses Training werden Grundzüge des freien wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt und eingeübt.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundlagen der: <ul style="list-style-type: none"> • Nachrichtentechnik • Kommunikationstechnik • Hochfrequenztechnik • Digitale Signalverarbeitung 				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, fakultativ, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iCE, Wi-ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Zur Durchführung der Versuche werden Versuchsanleitungen angeboten. Kopien dieser Anleitungen können bei Herrn Ziemann im Raum S3 06/409 erworben oder von der WEB-Seite geladen werden.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-kt-2010-pr	Kursname Praktikum Kommunikationstechnik und Sensorsysteme			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby, Prof. Dr.-Ing. Anja Klein, Dr.-Ing. Martin Schüßler, Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir, Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento, Prof. Dr. rer. nat. Sascha Preu, Prof. Dr.-Ing. Herbert De Gersem			Lehrform Praktikum	SWS 3

2 Wahlmodule

2.1 KTS I: Vorlesungen

Modulname Adaptive Filter					
Modul-Nr. 18-zo-2010	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Theorie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Herleitung von Optimalfiltern, z.B. Wiener Filter und Lineare Prädiktion auf Basis passender Kostenfunktionen. 2) Entwicklung adaptiver Verfahren, die für nicht stationäre Signale in veränderlichen Umgebungen die Optimalfilter-Lösung kontinuierlich adaptieren. Hierbei werden die Verfahren NLMS-Algorithmus, Affine Projektion und der RLS-Algorithmus hergeleitet und umfangreich analysiert. 3) Analyse des Adaptionsverhaltens und Steuerungsmöglichkeiten von Adaptiven Filtern auf Basis von NLMS-Verfahren. 4) Herleitung und Analyse des Kalman-Filters als Optimalfilter für nicht stationäre Eingangssignale. 5) Verfahren zur Zerlegung von Signalen in Frequenzteilbänder zur Realisierung von Optimalfiltern im Frequenzbereich, z.B. Geräuschreduktion. <p>Anwendungen:</p> <p>Parallel zur Theorie werden praktische Anwendungen erläutert.</p> <p>Zum Wiener-Filter werden Verfahren der akustischen Geräuschreduktion entwickelt. Für adaptive Filter wird insbesondere akustische Echounterdrückung aber auch Rückkopplungsunterdrückung erläutert. Weiterhin werden Beamforming-Ansätze dargestellt.</p> <p>Während der Vorlesungszeit ist geplant, eine Exkursion zu Siemens Audiologische Technik nach Erlangen anzubieten.</p> <p>In den 4-5 Übungen werden Sie Inhalte der Vorlesung in MATLAB implementieren und sich so praktische Umsetzungen der theoretischen Verfahren erarbeiten.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>In dieser Vorlesung werden die Grundlagen adaptiver Filter vermittelt. Hierzu werden die notwendigen Algorithmen hergeleitet, interpretiert und an Beispielen aus der Sprach-, Audio- und Videosignalverarbeitung angewendet. Auf Basis dieser Inhalte sind Sie in der Lage, Adaptive Filter für praktische Realisierungen anzuwenden.</p> <p>Als Zulassung zur Prüfung halten Sie einen Vortrag über eine von Ihnen ausgewählte Anwendung der Adaptiven Filter. Damit erarbeiten Sie Kenntnisse, sich über eine Literaturstudie in eine Anwendung einzuarbeiten und Ihr Wissen adäquat zu präsentieren, was u.a. im Berufsleben von Ihnen erwartet werden wird.</p>				
3	<p>Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Digitale Signalverarbeitung</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	<p>Benotung</p>				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) 		
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT		
7	Notenverbesserung nach §25 (2)		
8	Literatur Folien zur Vorlesung Literaturhinweise: <ul style="list-style-type: none"> • E. Hänsler, G. Schmidt: Acoustic Echo and Noise Control, Wiley, 2004 (Textbook of this course) • S. Haykin: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 2002; • A. Sayed: Fundamentals of Adaptive Filtering, Wiley, 2004; • P. Vary, U. Heute, W. Hess: Digitale Sprachsignalverarbeitung, Teubner, 1998 (in German) 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-zo-2010-vl	Kursname Adaptive Filter	
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Henning Puder	Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-zo-2010-ue	Kursname Adaptive Filter	
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Henning Puder	Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Akustik I					
Modul-Nr. 18-se-2010	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. (em.) Dr. Gerhard Sessler		
1	Lerninhalt 1. Grundbegriffe der Schwingungslehre; Impedanz; elektromechanische Analogien, 2. Schallfeld: Wellengleichung; ebene Wellen; Schallabsorption und -dispersion; Raumabsorption, 3. Schallabstrahlung: Kugel-, Dipol-, Kardiostrahlher; lineare Strahlengruppen; kreisförmige Kolbenmembran, 4. Physiologische und psychologische Akustik: Gehör, akustische Wahrnehmung; Spracherzeugung und -verständlichkeit, 5. Elektroakustische Wandler; Reziprozitätsbeziehungen; elektrostatische; piezoelektrische; elektrodynamische und andere Wandler; Richtmikrofone; Mikrofoneichung, 6. Akustische Messtechnik: Messung akustischer Grundgrößen; akustische Messräume; Körperschall- Messung, 7. Analoge und digitale Signalaufzeichnung: Digitale und analoge Platten- und Magnetbandverfahren; Lichttonverfahren, 8. Ultraschall und Hyperschall: Erzeugung und Nachweis; Anwendungen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach Besuch der Lehrveranstaltung: <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis für grundlegende Phänomene der Erzeugung, Ausbreitung, Aufnahme, Speicherung und Wiedergabe von Schall aufbringen; • akustische Komponenten und Systeme analysieren; • erhalten die Befähigung zur Beurteilung und Entwicklung von Anwendungen im Hörschall und Ultraschallbereich. 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Elektrotechnik und Informationstechnik I und II, Mathematik I-IV, Physik Grundlagen der Nachrichtentechnik				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur H. Kuttruff, Akustik (Hilzel 2004); M. Zollner u. E. Zwicker, Elektroakustik, 3. Auflage (Springer, corrected reprint 1998); H. Fastl, E. Zwicker, Psychoacoustics (Springer 2005); J. Blauert, Communication Acoustics (Springer 2005); R.Lerch, G. Sessler u. D. Wolf, Technische Akustik (Springer 2009)				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-se-2010-vl	Kursname Akustik I		
Dozent Prof. (em.) Dr. Gerhard Sessler, Prof. Dr. Mario Kupnik		Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Antennas and Adaptive Beamforming					
Modul-Nr. 18-jk-2020	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby		
1	Lerninhalt Überblick über die wichtigsten Antennenparameter und –typen sowie deren Anwendung; charakteristische Parameter des Fernfeldes für Dipol-, Draht- und Gruppenantennen berechnet anhand praktischer Anwendungen. Ableitung der exakten abgestrahlten elektromagnetischen Felder aus den Maxwell'schen Gleichungen, verschiedene numerische Verfahren zur Antennenberechnung. Prinzipien und Algorithmen für Antennen mit adaptiver Strahlformung (Smart Antennas) in modernen Kommunikations- und Sensorsystemen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen die Bedeutung grundlegender Antennenparameter wie Richtdiagramm, Gewinn, Richtfaktor, Wirkungsgrad, Eingangsimpedanz, anhand derer Antennen unterschieden werden können. Weiterhin können die Feldregionen einer Antenne (Nahfeld, Fernfeld, usw) unterschieden und aus einer gegebenen Anregung, z.B. Strombelegung, das Fernfeld einer Antenne berechnet werden. Basierend auf der Kenntnis der Eigenschaften des idealen Dipols können die Studierenden lange Drahtantennen analysieren. Um das Verhalten von Antennen vor dielektrischen oder leitfähigen Grenzflächen zu bestimmen kann die Spiegeltheorie angewendet werden. Hornantennen und Parabolreflektor- Antennen können prinzipiell nach entsprechenden Anforderungen entworfen werden. Die Studierenden können mit Hilfe geeigneter Verfahren das Verhalten von Gruppenantennen berechnen und diese dimensionieren. Weiterhin sind sie in die Grundzüge der adaptiven Diagrammformung eingewiesen. Unterschiedliche Verfahren zur Vollwellenanalyse verschiedener Antennen können unterschieden werden.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik 1				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls BSc ETiT, MSc ETiT, MSc iCE, Wi-ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Jakoby, Skriptum Antennas and Adaptive Beamforming, wird am Beginn der Vorlesung verkauft und kann danach im FG-Sekretariat erworben werden				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-jk-2020-vl	Kursname Antennas and adaptive Beamforming			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby, M.Sc. Matthias Nickel			Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-jk-2020-ue	Kursname Antennas and Adaptive Beamforming			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby, M.Sc. Matthias Nickel			Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Konvexe Optimierung in Signalverarbeitung und Kommunikation					
Modul-Nr. 18-pe-2020	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt Diese stellt die grundlegende Theory der Konvexen Optimierung vor und erläutert anhand von zahlreichen Beispielen ihre Anwendung in der digitalen Signalverarbeitung und in mobile Kommunikationssystemen. Übersicht: Einführung, konvexe Mengen und Funktionen, konvexe Optimierungsprobleme und Klassen wichtiger konvexer Probleme (LP, QP, SOCP, SDP, GP), Lagrange Dualität and KKT Bedingungen, Grundlagen der Numerischen Optimierung und der Innere-Punkt-Verfahren, Optimierungstools, innere und äußere Approximationsverfahren für nichtkonvexe Probleme, Sparse Optimization, verteilte Optimierung, gemischt ganzzahlige lineare und nichtlineare Optimierung, Anwendungen.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten lernen fortgeschrittene Themen in moderner Kommunikation kennen.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Kenntnisse in der linearen Algebra, Grundkenntnisse in der Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Dauer: 120 min, Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 14 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 20 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETIT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur 1. S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004. (online Verfügbar: http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/) 2. D. P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, Massachusetts, 2nd Ed., 1999. 3. Daniel P. Palomar and Yonina C. Eldar, Convex Optimization in Signal Processing and Communications, Cambridge University Press, 2009.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-pe-2020-vl	Kursname Konvexe Optimierung in Signalverarbeitung und Kommunikation			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-pe-2020-ue	Kursname Konvexe Optimierung in Signalverarbeitung und Kommunikation			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento			Lehrform Übung	SWS 1

Kurs-Nr. 18-pe-2020-pr	Kursname Praktikum Konvexe Optimierung in Signalverarbeitung und Kommunikation		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		Lehrform Praktikum	SWS 1

Modulname MIMO - Communication and Space-Time-Coding					
Modul-Nr. 18-pe-2030	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt Diese Vorlesung führt in die Prinzipien der Space-Time und Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Kommunikation ein. Übersicht: Motivation und Hintergrund; Überblick über Space-Time und MIMO Kommunikation; fading MIMO Kanal Modelle; MIMO Informationstheorie; Sende- und Empfangs-Diversität; Kanalschätzung, MIMO Detektoren, Alamouti Space-Time Block Code; Orthogonale Space-Time Block-Codes; Linear Dispersion Codes; kohärente und nicht-kohärente Decoder; Differential Space-Time Block Coding; Antenna Subset Selektion; Space-Time Coding in einem Multiuser Umfeld, Multiuser MIMO Empfänger, MIMO mit limitierten Feedback, Mehrantennen- und Mehrnutzer-Diversity, BER Performance Analyse, MIMO in modernen Kommunikationsnetzen, Mehrzellen- bzw. kooperatives MIMO (Coordinated Multipoint).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten lernen, moderne MIMO Kommunikation und existierende Space-Time Coding Techniken zu verstehen und zu nutzen.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse in Matrix-Algebra, DSP und Nachrichtentechnik.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETIT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur <ol style="list-style-type: none"> 1. A.B.Gershman and N.D.Sidiropoulos, Editors, Space-Time Processing for MIMO Communications, Wiley and Sons, 2005; 2. E.G.Larsson and PStoica, Space-Time Block Coding for Wireless Communications, Cambridge University Press, 2003; 3. A.Paulraj, R.Nabar, and D.Gore, Introduction to Space-Time Wireless Communications, Cambridge University Press, 2003. 4. Lin Bai and Jinho Choi, Low Complexity MIMO detectors, Springer, 2012. 5. Howard Huang, Constantinos B. Papadias, and Sivarama Venkatesan, MIMO Communication for Cellular Networks, Springer, 2012. 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-pe-2030-v1	Kursname MIMO - Communication and Space-Time-Coding			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Kurs-Nr. 18-pe-2030-ue	Kursname MIMO - Communication and Space-Time-Coding		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento, M.Sc. Fabio Nikolay, M.Sc. Tianyi Liu	Lehrform Übung	SWS 1	

Modulname Mobile Communications					
Modul-Nr. 18-kl-2020	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		
1	Lerninhalt Die Vorlesung beinhaltet Aspekte von Mobilfunksystemen mit speziellem Fokus auf der Luftschnittstelle. Mobilfunksysteme, Dienste, Markt, Standardisierung Duplex und Mehrfachzugriffsverfahren, zellulares Konzept, Mobilfunkkanal, deterministische und stochastische Beschreibung, Modulationsverfahren Code Division Multiple Access (CDMA), Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), Optimale und suboptimale Empfängertechniken, Zellulare Kapazität und spektrale Effizienz, Diversitätsmethoden, Multiple Input Multiple Output (MIMO) Systeme, Power Control und Handover Architektur von Mobilfunksystemen				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studenten verfügen nach Besuch der Lehrveranstaltung über <ul style="list-style-type: none"> • ein fundiertes Verständnis von Themenkomplexen der Luftschnittstelle (z.B. Übertragungsverfahren, Vielfachzugriffsverfahren von mobilen Kommunikationssystemen, Duplexverfahren, Mehrträgerverfahren, Empfängertechniken, Mehrantennenverfahren) • ein fundiertes Verständnis der Signalausbreitung in Mobilfunksystemen (Mobilfunkkanal) • die Fähigkeit zum Verstehen und Lösen von Problemstellungen aus dem Bereich der Luftschnittstelle • die Fähigkeit zu Vergleich, Analyse und Beurteilung verschiedener Systemkonzepte • Wissen über das Modellieren von Übertragungseigenschaften des Mobilfunkkanals 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Deterministische Signale und Systeme, Kommunikationstechnik I, Mathematik I bis IV				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 90 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETIT, MSc Wi-ETiT, MSc CE, MSc iCE, MSc iST, MSc MEC				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur gemäß Hinweisen in der Lehrveranstaltung				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-kl-2020-vl	Kursname Mobile Communications			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Anja Klein			Lehrform Vorlesung	SWS 3

Kurs-Nr. 18-kl-2020-ue	Kursname Mobile Communications		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Praktikum Digitale Signalverarbeitung					
Modul-Nr. 18-zo-2030	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 135 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe/SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt 1) Einführung in MATLAB 2) Zeitdiskrete Signale und Systeme 3) Analyse des Frequenzbereichs basierend auf der DFT 4) Design digitaler Filter mit endlicher Impulsantwort 5) Design digital Filter mit unendlicher Impulsantwort mittels analogen Prototypen 6) Nichtparametrische Methoden der Spektralschätzung 7) Parametrische Methoden der Spektralschätzung.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung Digital Signal Processing erworbenen Fähigkeiten anzuwenden. Dazu gehören der Entwurf von FIR und IIR Filtern sowie die nicht-parametrische und parametrische Spektralschätzung. MATLAB wird verwendet um theoretische Konzepte einzusetzen und Methoden der Signalverarbeitung mit praktischen Anwendungsbeispielen zu demonstrieren.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Stochastische Signale und Systeme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Schriftliche Prüfung, Dauer: 120 min, Standard BWS) Klausur (Dauer: 120 Minuten) und ein Bericht (Lab Reports), Details werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iCE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Praktikumsanleitung				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-zo-2030-pr	Kursname Praktikum Digitale Signalverarbeitung			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir			Lehrform Praktikum	SWS 3

Modulname Radartechnik					
Modul-Nr. 18-jk-2040	Kreditpunkte 3 CP	Arbeitsaufwand 90 h	Selbststudium 60 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby		
1	Lerninhalt Nach einer kurzen Einführung in die Radartechnik, welche die Anwendungen sowie die dafür nutzbaren Frequenzbereiche darstellt, und einem historischen Rückblick werden die Leistungsreichweiten der verschiedenen Radarverfahren sowie Ausbreitungseffekte behandelt. Der folgende Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit den verschiedenen Radarverfahren (Primär- und Sekundär-Radar) im Detail. Die einsetzbaren Radarverfahren der einzelnen Gruppen werden grundlegend untersucht, und spezielle Verfahren der Signal-Analyse erklärt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden kennen verschiedene Konzepte und Prinzipien zur Detektion von Objekten sowie zur Bestimmung ihrer Winkelposition und Reichweite. Hierzu lernen sie die Funktionsweise verschiedener Radarsysteme einschließlich der erforderlichen Signalverarbeitung. Sie verstehen die wesentlichen physikalischen Ausbreitungseffekte.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik I				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iCE, MSc Wi-ETiT, BSc/MSc iST, MSc iCE, BSc CE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Folien, Neuste Publikationen und Bücher				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-jk-2040-vl	Kursname Radartechnik			
	Dozent PD Dr. habil. Holger Maune			Lehrform Vorlesung	SWS 2

Modulname Sprach- und Audiosignalverarbeitung					
Modul-Nr. 18-zo-2070	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt Verfahren der Sprach- und Audiosignalverarbeitung: Einführung in die Modelle von Sprach- und Audiosignalen sowie grundlegende Methoden der Audiosignalverarbeitung. Verfahren der codebuchbasierten Verarbeitung und der Audiocodierung. Beamforming zur räumlichen und Geräuschreduktion zur spektralen Filterung. Cepstrale Filterung und Sprachgrundfrequenzschätzung. Mel-filtered cepstral coefficients (MFC-Cs) als Grundlage für die Sprecher- und Spracherkennung. Klassifikationsmethoden basierend auf GMM (Gaussian mixture models) sowie Spracherkennung mit HMM (Hidden Markov Modellen) und Neuronalen Netzen. Einführung in die Methoden der Musiksignalverarbeitung, z.B. Shazam-App oder Beat-Erkennung. Räumliche Wiedergabesystem mit Wellenfeldsynthese (WFS) und Higher Order Ambisonics (HOA).				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden erarbeiten sich durch die Vorlesung fortgeschrittene Kenntnisse der digitalen Audio-Signalverarbeitung insbesondere auf Basis von Sprachsignalen. Sie lernen verschiedene grundlegende und erweiterte Methoden der Audiosignalverarbeitung kennen, von der Theorie bis hin zu konkreten praktischen Anwendungen. Sie verstehen Algorithmen, die in Mobiltelefonen, Hörgeräten, Freisprecheinrichtungen und auch Man-Machine-Interfaces (MMI) eingesetzt werden. Als Seminar halten die Studierenden einen Vortrag über eine von Ihnen ausgewählte Anwendung der Sprach- und Audiosignalverarbeitung. Damit erarbeiten sie Kenntnisse, sich über eine Literaturstudie in eine Anwendung einzuarbeiten und Ihr Wissen adäquat zu präsentieren, was u.a. im Berufsleben von Ihnen erwartet werden wird.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Für die Vorlesung werden gute Kenntnisse der statistischen Signalverarbeitung (Minimum: Vorlesung „Digital Signal Processing“) vorausgesetzt. Wünschenswert – aber nicht zwingend notwendig – sind zusätzlich Kenntnisse über adaptive Filter.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Dauer: 90 min, Standard BWS) Seminarvortrag über ein Thema der Sprach- und Audiosignalverarbeitung, einzeln (Dauer: 10-15 Min.) oder in Zweier-Teams (Dauer: 15-20 Min.) und eine mündliche Prüfung (Dauer: 20 Minuten) oder ab einer Teilnehmer*innenzahl von 20 eine Klausur (Dauer: 90 Minuten)				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETIT, MSc iCE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Folien, für weitere Literaturhinweise siehe Homepage der Vorlesung				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-zo-2070-v1	Kursname Sprach- und Audiosignalverarbeitung			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Henning Puder			Lehrform Vorlesung	SWS 2

	Kurs-Nr. 18-zo-2070-ue	Kursname Sprach- und Audiosignalverarbeitung		
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Henning Puder		Lehrform Übung	SWS 1
	Kurs-Nr. 18-zo-2070-se	Kursname Sprach- und Audiosignalverareitung		
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Henning Puder		Lehrform Seminar	SWS 1

Modulname Computational Methods for Systems and Synthetic Biology					
Modul-Nr. 18-kp-2080	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Heinz Köppl		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Die Vorlesung deckt die mathematischen Methoden im Bereich der Systembiologie und der synthetischen Biologie ab. Dabei geht es sowohl um die praktische Modellbildung von molekularbiologischen Prozessen als auch um theoretische Untersuchungen, die allgemeine Eigenschaften dieser Prozesse offenlegen. Die Vorlesung folgt einem mikroskopischen Ansatz und führt eine Beschreibung der Prozesse mit Hilfe von probabilistischen Methoden ein. Dafür werden notwendige mathematische Vorkenntnisse wiederholt, wie die Definition von Markovprozessen in verschiedenen Räumen und deren Eigenschaften. Mit diesem Rüstzeug wird die Dynamik von stochastischer Reaktionskinetik mit Hilfe von Populationsmodellen untersucht. Dabei werden Grenzfälle entwickelt, die zu Diffusionsapproximationen oder deterministischen Approximationen (fluid approximations) dieser Systemklasse führen. Oft wird dafür auf Methoden der statistischen Physik zurückgegriffen. Numerische Lösungsverfahren für die entsprechenden Fokker-Planck und Master Gleichungen werden diskutiert. Im Grenzfall einer deterministischen Approximation werden traditionelle Methoden zur Stabilitätsuntersuchung von nichtlinearen Differentialgleichungen besprochen und Methoden vorgestellt die basierend auf der Topologie des Reaktionsnetzwerkes Aussagen über Stabilität zulassen. In diesem Kontext wird auch die Herleitung der Momentendynamik und Approximationsverfahren basierend auf Momentenabschluß präsentiert. Korrespondenzen zu Modellen aus der Warteschlangentheorie werden aufgezeigt.</p> <p>Des Weiteren wird die Frage behandelt wie die eingeführten dynamischen Modelle zu molekularbiologischen Messdaten kalibriert werden können. Dafür werden allgemeine Methoden der statistischen Inferenz aus der Statistik und des Maschinellen Lernens aus der Informatik besprochen und spezialisierte Algorithmen für die betrachtete Systemklasse präsentiert. Zusätzlich wird eine kurze Einführung in die Theorie der nichtlinearen Optimalfilter gegeben und Spezialfälle wie hidden Markov models besprochen.</p> <p>Über die Reaktionskinetik hinausgehend bietet die Vorlesung eine Einführung in die Modellierung und die numerischen Verfahren der Molekulardynamik. Newton'sche Mehrkörpersimulation und klassische Potentiale und deren Verwendung in der Molekulardynamik werden diskutiert. Die meisten Lerninhalte werden mit praktischen Beispielen aus der angewandten Modellierung im Bereich der Systembiologie motiviert. Die Anwendbarkeit der jeweiligen Verfahren in der Synthetischen Biologie wird aufgezeigt.</p>				
2	<p>Qualifikationsziele / Lernergebnisse</p> <p>Studierende, die erfolgreich an dieser Veranstaltung teilgenommen haben, sollen in der Lage sein, praktische Modellierung von molekularbiologischen Prozessen durchzuführen und Modelle hinsichtlich ihrer dynamischen Eigenschaften durch mathematische Methoden näher zu bestimmen. Dazu gehört das Verständnis der folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Abstraktion von molekularbiologischen Mechanismen • Allgemeine Eigenschaften von stochastischen Prozessen • Approximationsverfahren für Markov'sche Populationsmodelle • Stabilitätsanalyse von nichtlinearen Differentialgleichungen • Numerische Lösungsverfahren für stochastische Systeme Systemidentifikation/Maschinelles Lernen für stochastische Systeme 				
3	<p>Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme</p> <p>Grundlegende Kenntnisse zur Programmierung, Matlab.</p>				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	<p>Benotung</p>				

	Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%)		
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iST, MSc Wi-ETiT, MSc MEC		
7	Notenverbesserung nach §25 (2)		
8	Literatur http://www.bcs.tu-darmstadt.de/		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-kp-2080-vl	Kursname Computational Methods for Systems and Synthetic Biology	
	Dozent Prof. Dr. techn. Heinz Köppl	Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-kp-2080-ue	Kursname Computational Methods for Systems and Synthetic Biology	
	Dozent Prof. Dr. techn. Heinz Köppl	Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Sensor Array Processing and Adaptive Beamforming					
Modul-Nr. 18-pe-2060	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt Diese Vorlesung führt in die Prinzipien der Sensorgruppensignalverarbeitung und des adaptiven Beamforming ein. Themenübersicht: Motivation und Anwendungen, Schmalband- und Breitbandmodell, Richtungsschätzung (DoA estimation): traditionelle Verfahren basierend auf dem Beamforming, hochauflösende Verfahren, Maximum-Likelihood Verfahren, Unterraumverfahren, MUSIC, ESPRIT, MODE, root-MUSIC, mehrdimensionale Quellenlokalisierung, Beamspace-Verarbeitung, Sensorgruppeninterpolationsverfahren, teilkalibrierte Sensorgruppen, Breitband Richtungsschätzung, Räumliche Glättung, Forward-Backward Mittelung, Redundancy averaging, korrelierte Quellen, Minimum redundancy arrays, compressed sensing und sparse reconstruction basierte Verfahren, Performanz-Schranken, Adaptives Beamforming: Punktquellenmodell, Kovarianzmodell, Wiener-Hopf Gleichung, Minimum Variance Distortionless Response (MVDR) Beamformer, Capon Beamformer, Sample matrix inversion, Signal self-nulling Effekt, robustes adaptives Beamformen, Hung-Turner Projection Beamformer, Generalized Sidelobe canceller Beamformer, Eigenspace-based Beamformer, nicht-stationäre Umgebungen, modern Beamforming Verfahren basierend auf konvexer Optimierung Optimierung, Worst-case basiertes Beamforming, Multi-user Beamforming				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten lernen Techniken der modernen Sensorgruppensignalverarbeitung zur Quellenlokalisierung und für das Sende- und Empfangsbeamforming.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Kenntnisse in der linearen Algebra.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls BSc / MSc etit, BSc / MSc WI-etit, MSc MEC, MSc iST, MSc iCE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				

- Academic Press Library in Signal Processing: Volume 3 Array and Statistical Signal Processing Edited by Rama Chellappa and Sergios Theodoridis, Section 2, Edited by Mats Viberg, Pages 457-967 (2014)
 - Chapter 12 - Adaptive and Robust Beamforming, Sergiy A. Vorobyov, Pages 503-552
 - Chapter 14 - DOA Estimation Methods and Algorithms, Pei-Jung Chung, Mats Viberg, Jia Yu, Pages 599-650
 - Chapter 15 - Subspace Methods and Exploitation of Special Array Structures, Martin Haardt, Marius Pesavento, Florian Roemer, Mohammed Nabil El Korso, Pages 651-717
- Spectral Analysis of Signals, Petre Stoica, Randolph Moses, Prentice Hall, April 2005
 Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation, and Modulation Theory, Harry L. Van Trees, Wiley Online, 2002.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-pe-2060-vl	Kursname Sensor Array Processing and Adaptive Beamforming		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-pe-2060-ue	Kursname Sensor Array Processing and Adaptive Beamforming		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Mikrowellenmesstechnik					
Modul-Nr. 18-jk-2090	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby		
1	Lerninhalt Einführung in die Messtechnik, Hochfrequenzbauelemente und ihrer Eigenschaften, HF-Leistungsmessung, Spektrumanalyse, Vektorielle Netzwerkanalyse (S-Parameter, X-Parameter, Kalibration), On-Wafer-Messtechnik, Load-/Source-Pull, Hochfrequenzcharakterisierung von Materialien				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden sollen die Prinzipien der Mikrowellenmesstechnik verstehen und sie bei messtechnischen Problemen eigenständig anwenden können. Folgende Feinlernziele sind mit der Vorlesung verknüpft: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden verstehen die Grundzüge der Leistungsmessung und Auswirkungen einer Fehlanpassung oder gepulster Signale und können eigenständig Messungen durchführen und interpretieren. • Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Spektrumanalyse und können eigenständig Messungen durchführen und interpretieren. • Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Streuparametermessung und der Kalibrierung von Netzwerkanalysatoren und können eigenständig Messungen durchführen und interpretieren. • Die Studierenden kennen verschiedenen Methoden zur Materialcharakterisierung 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Empfohlen: Grundlagen der Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik I				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Dauer: 45 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit, MSc WI-etit, MSc iCE, MSc iST				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-jk-2090-vl	Kursname Mikrowellenmesstechnik			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby			Lehrform Vorlesung	SWS 2
	Kurs-Nr. 18-jk-2090-ue	Kursname Mikrowellenmesstechnik			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby			Lehrform Übung	SWS 1

	Kurs-Nr. 18-jk-2090-pr	Kursname Praktikum Mikrowellenmesstechnik		
	Dozent PD Dr. habil. Holger Maune		Lehrform Praktikum	SWS 1

Modulname Machine Learning & Energy					
Modul-Nr. 18-st-2020	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Lerninhalt <p>Auch für Ingenieure wird die Analyse und Interpretation von Daten immer wichtiger. Unter den Schlagworten Digitalisierung und Smart Grid entwickeln sich viele neue datenbasierter Dienste im Energiebereich. Das Modul stellt diese Entwicklung und die zugehörigen technischen Grundlagen des maschinellen Lernens dar.</p> <p>Zuerst werden die verschiedenen Problemstellungen des maschinellen Lernens strukturiert dargestellt (Klassifikation, Regression, Gruppierung, Dimensionsreduktion, Zeitserienmodelle, ...), und es wird gezeigt, wie jede Problemklasse in aktuellen Fragestellungen der Energietechnik ihre Anwendung findet (Vorhersage von Preisen, erneuerbaren Energien und Verbrauchsmustern in multimodalen Systemen, Fehlererkennung und -prädiktion, Datenvisualisierung in komplexen Umgebungen, robuste Investitionsrechnung, Kundenanalyse, probabilistische Netzrechnung, ...).</p> <p>Danach werden Grundlagen der Optimierung und Wahrscheinlichkeitsrechnung wiederholt sowie probabilistische graphische Modelle eingeführt. Auf dieser Basis werden dann für jede Problemklasse des maschinellen Lernens verschiedene Verfahren in Tiefe vorgestellt und anhand von Anwendungsbeispielen aus dem Energiebereich diskutiert. Es werden klassische Verfahren wie lineare Regression, k-Means, Hauptkomponentenanalyse ebenso wie moderne Verfahren (u.a. SVMs, Deep Learning, Collaborative filtering, ...) dargestellt. Alle methodischen Schritte werden in Übungen / einem Praktikum auf Basis von Matlab vertieft.</p>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse <p>Die Studierenden kennen wesentliche Aufgabenstellungen und Methoden des maschinellen Lernens und deren Einsatzmöglichkeiten im Energiebereich. Die Studierenden verstehen die Funktionsweise entsprechender Algorithmen und sind in der Lage, diese eigenständig auf neue Probleme (nicht nur aus dem Energiebereich) anzuwenden und entsprechend anzupassen.</p>				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme <ul style="list-style-type: none"> • Gute Kenntnisse der linearen Algebra und Grundlagen der numerischen Optimierung (z.B. aus dem Kurs 18-st-2010 Energiemanagement & Optimierung) • Die aktive Nutzung von Matlab für die Übungen sollte kein Hindernis darstellen. Als Vorübung kann der Kurzkurs 18-st-2030 Matlab Grundkurs besucht werden. 				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit, MSc iST, MSc Wi-etit, MSc CE, MSc ESE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2) Notenverbesserungen bis zu 0,4 nach APB §25(2) durch Bonus für regelmäßig besuchte Übungs-/Praktikumstermine und mindestens einmaliges Vorrechnen in den Übungen				
8	Literatur				

- A Géron: Hands on Machine Learning with scikit-learn and Tensorflow, 2017
- Friedman, Hastie, Tibshirani: The elements of statistical learning, 2001
- Koller, Friedmann: Graphical Models, 2009

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-st-2020-vl	Kursname Machine Learning & Energy		
Dozent Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke, M.Sc. Tim Christian Janke		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-st-2020-ue	Kursname Machine Learning & Energy		
Dozent Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		Lehrform Übung	SWS 1
Kurs-Nr. 18-st-2020-pr	Kursname Praktikum Machine Learning & Energy		
Dozent Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke, M.Sc. Tim Christian Janke		Lehrform Praktikum	SWS 1

Modulname Machine Learning in Information and Communication Technology (ICT)					
Modul-Nr. 18-kp-2110	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. techn. Heinz Köppl		
1	Lerninhalt Das Modul bietet eine Einführung in das aufstrebende Feld des maschinellen Lernens aus einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive. Die wichtigsten Modelle und Lernverfahren werden vorgestellt und anhand von Problemen aus der Informations- und Kommunikationstechnik veranschaulicht. <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie und der multivariaten Statistik • Taxonomie von maschinellen Lernproblemen und von Modellen (überwacht, unüberwacht, generativ, diskriminativ) • Regression und Klassifikation: Theorie, Methoden und ICT Anwendungen • Dimensionalitätsreduktion, Gruppierung und Analyse großer Datensätze: Methoden und Anwendungen in Kommunikation und Signalverarbeitung • Probabilistische graphische Modelle: Kategorien, Inferenz und Parameterschätzung • Grundlagen der Bayes'schen Inferenz, Monte Carlo Methoden, nicht-parametrische Bayes'sche Ansätze • Grundlagen der konvexen Optimierung: Lösungsmethoden und Anwendungen in der Kommunikation • Approximative Algorithmen für skalierbare Bayes'sche Inferenz; Anwendungen in der Signalverarbeitung und Informationstheorie (z.B. Dekodierung von LDPC Codes) • Hidden Markov Modelle (HMM): Theorie, Algorithmen und ICT Anwendungen (z.B. Viterbi Dekodierung von Faltungskodes) • Hochdimensionale Statistik ("large p small n" setting), Lernen von Abhängigkeitsgraphen in hochdimensionalen Daten, Lernen von Kausalitätsgraphen von Beobachtungsdaten. • Schätzverfahren für dünnbesetzte Probleme, Zufallsprojektionen, compressive sensing: Theorie und Anwendungen in der Signalverarbeitung • Tiefe neuronale Netze (deep learning): Modelle, Lernalgorithmen, Programmbibliotheken und ICT Anwendungen 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können bestimmte ingenieurwissenschaftliche Probleme aus dem Bereich ICT als maschinelle Lernprobleme interpretieren und kategorisieren. Sie sind instande solche Probleme auf standardisierte Lernprobleme zurückzuführen und die geeigneten Lösungsverfahren dafür zu bestimmen. Sie sind fähig alle notwendigen Algorithmen von Grund auf selbst zu implementieren aber sind auch mit der Nutzung aktueller Programmbibliotheken im Bereich des maschinellen Lernens vertraut. Sie sind fähig die Laufzeitkomplexität der Algorithmen abzuschätzen und damit den jeweils passenden Algorithmus unter den praktischen Randbedingungen auswählen. Sie sind fähig die erlernten Methoden auf andere Bereich anzuwenden, bspw. auf die Datenanalyse in der Biomedizintechnik und auf die Analyse von Daten aus sozialen Netzwerken.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse von Matlab (z.B. aus dem Kurs 18-st-2030 Matlab Grundkurs) und Mathematik für Ingenieure				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung				

	Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) 		
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc etit, BSc/MSc iST, MSc iCE, MSc CE		
7	Notenverbesserung nach §25 (2)		
8	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Kevin P. Murphy. Machine Learning – A probabilistic perspective, MIT Press, 2012 • Christopher M. Bishop. Pattern recognition and Machine Learning, Springer, 2006 • Peter Bühlmann und Sara van de Geer. Statistics of high-dimensional data – Methods, theory and applications, Springer, 2011 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-kp-2110-vl	Kursname Machine Learning in Information and Communication Technology (ICT)	
	Dozent Prof. Dr. techn. Heinz Köppl, Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		Lehrform Vorlesung
			SWS 2
	Kurs-Nr. 18-kp-2110-pr	Kursname Praktikum Machine Learning in Information and Communication Technology (ICT)	
	Dozent Prof. Dr. techn. Heinz Köppl, Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		Lehrform Praktikum
			SWS 1
	Kurs-Nr. 18-kp-2110-ue	Kursname Machine Learning in Information and Communication Technology (ICT)	
	Dozent Prof. Dr. techn. Heinz Köppl, Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		Lehrform Übung
			SWS 1

Modulname Matrixanalyse und schnelle Algorithmen					
Modul-Nr. 18-pe-2070	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Matrixanalyse und der Matrizenrechnung vermittelt, welche in vielfältigen technischen Bereichen wie z.B. dem Maschinellen Lernen, dem Maschinellen Sehen, der Regelungstechnik, der Signal- und Bildverarbeitung, der Kommunikationstechnik, der Netzwerktechnik und der Optimierungstheorie, von fundamentaler Bedeutung sind. Neben den grundlegenden theoretischen Eigenschaften von Matrizen legt dieser Kurs besonderes Augenmerk auf schnelle Algorithmen zur Berechnungen von Matrizen. Darüber hinaus werden die Themen anhand von vielen Anwendungsbeispielen aus den oben genannten Bereichen erörtert. Dies beinhaltet die Analyse sozialer Netze, die Bildanalyse und bildgebende Verfahren der Medizintechnik, die Analyse und Optimierung von Kommunikationsnetzen und das maschinelle Lesen. Themenübersicht: (i) Grundlegende Konzepte der Matrixanalyse, Unterräume, Normen, (ii) Lineare kleinste Quadrate (iii) Eigenwertzerlegung, Singulärwertzerlegung, Positive Semidefinite Matrizen, (iv) Lineare Gleichungssysteme, LU Zerlegung, Cholesky Zerlegung (v) Pseudo-inverse Matrizen, QR Zerlegung (vi) (fortgeschrittene) Tensor Zerlegung, (fortgeschrittene) Matrixanalyse, Compressive Sensing, Strukturierte Matrizenfaktorisierung				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten lernen fortgeschrittene Themen der Matrix Analyse und die damit verbunden Algorithmen auf fortgeschrittenem Niveau				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse in der linearen Algebra				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, fakultativ, Gewichtung: 100%) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur *Gene H. Golub and Charles F. van Loan, Matrix Computations (Fourth Edition), John Hopkins University Press, 2013. *Roger A. Horn and Charles R. Johnson, Matrix Analysis (Second Edition), Cambridge University Press, 2012. *Jan R. Magnus and Heinz Neudecker, Matrix Differential Calculus with Applications in Statistics and Econometrics (Third Edition), John Wiley and Sons, New York, 2007. *Giuseppe Calaore and Laurent El Ghaoui, Optimization Models, Cambridge University Press, 2014. *ECE 712 Course Notes by Prof. Jim Reilly, McMaster University, Canada (friendly notes for engineers) http://www.ece.mcmaster.ca/faculty/reilly/ece712/course_notes.htm				
Enthaltene Kurse					

	Kurs-Nr. 18-pe-2070-vl	Kursname Matrixanalyse und schnelle Algorithmen		
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-pe-2070-ue	Kursname Matrixanalyse und schnelle Algorithmen		
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Robust Signal Processing With Biomedical Applications					
Modul-Nr. 18-zo-2090	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Dr.-Ing. Michael Muma		
1	Lerninhalt 1. Robuste Signalverarbeitung und Maschinelles Lernen <ul style="list-style-type: none"> • Robustheitsmaße • Robuste Schätzung des Mittelwertes und der Varianz • Robuste Regressionsmodelle • Robuste Filter • Robuste Schätzung des Mittelwertvektors und der Kovarianzmatrix • Robuste Clusteranalyse und Klassifizierung • Robuste Zeitreihen und Spektralanalyse 2. Biomedizinische Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> • Body-worn sensing von physiologischen Parametern • Electrocardiogram (ECG) • Photoplethysmogram (PPG) • Augenforschung • Intrakranieller Druck (ICP) • Algorithmen für die Überwachung der Herzaktivität <p>Die Vorlesung behandelt sowohl die Grundlagen, als auch neuste Entwicklungen der robusten Signalverarbeitung. Im Gegensatz zur klassischen Signalverarbeitung, die stark auf der Normalverteilung (Gaußverteilung) beruht, können robuste Methoden mit impulsivem Rauschen, Ausreißern und Artefakten umgehen, die häufig in biomedizinischen Anwendungen auftreten. Die Vorlesungen über robuste Signalverarbeitung und biomedizinische Anwendungen finden im Wechsel statt. Die Übungen wiederholen die Theorie und wenden robuste Signalverarbeitung auf Echtdateien an.</p>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden verstehen die wesentlichen Grundlagen der robusten Signalverarbeitung und Data Science und sind in der Lage sie auf vielfältige Probleme anzuwenden. Sie sind mit verschiedenen biomedizinischen Anwendungen vertraut und kennen die Ursachen von Artefakten, Ausreißern und impulsivem Rauschen. Sie können, u.a. Algorithmen für die robuste Regression, Clusteranalyse, Klassifizierung und Spektralanalyse anwenden.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundlegende Kenntnisse der Statistischen Signalverarbeitung				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Dauer: 180 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Klausur, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT, MSc iCE, MSc iST				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				

Ein Vorlesungsskript bzw. Folien können via Moodle heruntergeladen werden. Vertiefende Literatur:

- Zoubir, A. M. and Koivunen, V. and Ollila, E. and Muma, M.: Robust Statistics for Signal Processing. Cambridge University Press, 2018.
- Zoubir, A. M. and Koivunen, V. and Chackchoukh J, and Muma, M. Robust Estimation in Signal Processing: A Tutorial-Style Treatment of Fundamental Concepts. IEEE Signal Proc. Mag. Vol. 29, No. 4, 2012, pp. 61-80.
- Huber, P. J. and Ronchetti, E. M.: Robust Statistics. Wiley Series in Probability and Statistics, 2009.
- Maronna, R. A. and Martin, R. D. and Yohai, V. J.: Robust Statistics: Theory and Methods. Wiley Series in Probability and Statistics, 2006.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-zo-2090-vl	Kursname Robust Signal Processing With Biomedical Applications		
Dozent Dr.-Ing. Michael Muma		Lehrform Vorlesung	SWS 3
Kurs-Nr. 18-zo-2090-ue	Kursname Robust Signal Processing With Biomedical Applications		
Dozent Dr.-Ing. Michael Muma		Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Data Science I					
Modul-Nr. 18-zo-2110	Kreditpunkte 5 CP	Arbeitsaufwand 150 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt Die Lernveranstaltung behandelt folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Python Programmiergrundlagen • Data Science Einführung • Datenspeicherung und -formate • Datenexploration und Visualisierung • Statistische Methoden und Inferenz <ul style="list-style-type: none"> – Deskriptive Statistik – Inferenzstatistik • Feature Extraction <ul style="list-style-type: none"> – Zeitreihen – Bilddaten – Audiodaten • Statistisches Lernen <ul style="list-style-type: none"> – Cross-validation, Overfitting, Annotierung – Regression – Klassifizierung 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Diese Vorlesung bietet eine Einführung in das Thema Data Science mit einem starken Praxisbezug. Studierende erlangen Kenntnisse über alle Teile einer Data Science-Verarbeitung: Von der Speicherung/Datenaufnahme über Inferenzstatistik bis hin zur Visualisierung. Diese Vorlesung dient auch als Voraussetzung für das darauf aufbauende Data Science Projektseminar				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Dauer: 90 min, Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 16 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 45 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls				
7	Notenverbesserung nach §25 (2) Ja				
8	Literatur				

- Ein Vorlesungsskript bzw. Folien können heruntergeladen werden:
 - <http://www.spg.tu-darmstadt.de>
 - moodle
- Vertiefende Literatur:
 - Wes McKinney: Python for Data Analysis, O'Reilly, 2017
 - Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, 2011
 - James, Witten, Hastie and Tibshirani, Introduction to Statistical Learning, Springer, 2017

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-zo-2110-vl	Kursname Data Science I		
Dozent Dr.-Ing. Christian Debes		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-zo-2110-ue	Kursname Data Science I		
Dozent Dr.-Ing. Christian Debes		Lehrform Übung	SWS 2

Modulname Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken					
Modul-Nr. 18-pe-2080	Kreditpunkte 6 CP	Arbeitsaufwand 180 h	Selbststudium 120 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung behandelt folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Motivation, Anwendungen • Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> – Definition von Graphen, Graphenklassen, Eigenschaften von Graphen, Signale über Graphen – Adjazenzmatrix, Graph Laplace-Matrix, Graph Shift-Operator – Kovarianzmatrix, Bedingte Abhängigkeit, Precision Matrix • Graphen Signalverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> – Konsensus, Diffusion – Spectralanalyse in Graphen, Graph Fouriertransformation – Total variational norm, Graph Frequenzen – Bandbegrenzung von Signalen, Glattheit – Graph Filter, Graph Abtasttheorem – Anwendungen • Netzwerk Topologie Inferenz <ul style="list-style-type: none"> – Link Prädiktion – Assoziations-Netzwerk Inferenz – Tomographische Netzwerk Topologie Inferenz – Pearson product-moment correlation – Kausalität, Partielle Korrelation – Bedingte Unabhängigkeitsgraphen – Gaussian Markov Random Fields – Graphical LASSO, Graphical LASSO mit Laplacian Nebenbedingungen – Anwendungen • Graphenanalyse <ul style="list-style-type: none"> – Teilgraph Identifikation – Clique Identifikation • Optimierung über Graphen <ul style="list-style-type: none"> – Average Konsensus, Diffusion, Exakte Diffusion – Gradient tracking, push-sum Algorithmus, etc. – Anwendungen • Graphische Neuronale (convolutional) Netzwerke 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Graphensignalverarbeitung (d.h. die Verarbeitung von Signalen die über Graphen definiert sind) und die Netzwerkanalyse bilden ein interdisziplinäres Forschungsfeld mit zahlreichen und diversen Anwendungen. Die Vorlesung bietet eine systematische Einführung in die Theorie der Verarbeitung von Graphsignalen, der graphischen Netzwerkanalyse, dem Lernen von Graphentopologien, der Optimierung in graphischen Netzwerken und dem Lernen mittels graphischer Neuronaler Netze. Studierende lernen in diesem Kurs wesentliche Konzepte, Algorithmen und Anwendungsbereich der Graphensignalverarbeitung kennen.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Kenntnisse in der linearen Algebra und Matrix Analyse.				

4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Dauer: 120 min, Standard BWS) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (Dauer: 120 Min.). Falls sich bis zu einschließlich 20 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 20 Min.). Die Art der Prüfung wird innerhalb einer Arbeitswoche nach Ende der Prüfungsanmeldephase bekannt gegeben.		
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 		
6	Verwendbarkeit des Moduls		
7	Notenverbesserung nach §25 (2)		
8	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Ein Vorlesungsskript bzw. Folien können heruntergeladen werden: <ul style="list-style-type: none"> – www.nts.tu-darmstadt.de – moodle • Vertiefende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> – Petar M. Djuric, Cédric Richard, Cooperative and Graph Signal Processing, Academic Press, 2018, ISBN 9780128136775. 		
Enthaltene Kurse			
	Kurs-Nr. 18-pe-2080-vl	Kursname Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken	
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento	Lehrform Vorlesung	SWS 3
	Kurs-Nr. 18-pe-2080-ue	Kursname Signalverarbeitung, Lernen und Optimierung in Graph-Netzwerken	
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento	Lehrform Übung	SWS 1

Modulname Fundamentals of Reinforcement Learning					
Modul-Nr. 18-kl-2070	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 75 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		
1	Lerninhalt <ul style="list-style-type: none"> • Überblick über Wahrscheinlichkeitstheorie • Markov-Eigenschaft und Markov-Entscheidungsprozesse • Das Problem des Mehrarmigen Banditen (MAB) und das vollständige Reinforcement Learning (RL) Problem • Taxonomie von MAB-Problemen (z.B. stochastische Rewards vs. adversarial Rewards, kontext-abhängige MAB) • Algorithmen für MAB-Probleme (z.B. Upper Confidence Interval (UCB), Epsilon-Greedy, SoftMax, LinUCB) und ihre Anwendung in cyber-physischen Systemen • Grundlagen der Dynamischen Programmierung und Bellman-Gleichungen • Taxonomie der Lösungsansätze für das vollständige RL-Problem (z.B. Temporal-Difference Learning, Policy Gradient und Actor-Critic) • Algorithmen für das vollständige RL-Problem (z.B. Q-Learning, SARSA, Policy Gradient, Actor-Critic) und ihre Anwendung in cyber-physischen Systemen • Lineare Funktionsapproximation • Nicht-Lineare Funktionsapproximation 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • die Markov-Eigenschaft definieren und die Elemente eines Markov-Entscheidungsprozesses identifizieren. Sie können diese Konzepte zur Modellierung von Entscheidungsproblemen in cyberphysischen Systemen einsetzen. • die Eigenschaften des Problems des Mehrarmigen Banditen benennen und sie mit den Eigenschaften des vollständigen Reinforcement Learning Problems vergleichen. • Bedingungen identifizieren, unter welchen eine Formulierung als MAB-Problem oder als vollständiges RL-Problem zur Lösung von Entscheidungsproblemen eingesetzt werden sollte. • zwischen wichtigen Algorithmen für MAB-Probleme, wie Upper Confidence Interval (UCB), Epsilon-Greedy und Softmax, unterscheiden. • geeignete Algorithmen zur Lösung konkreter MAB-Probleme auswählen. • kontext-abhängige MAB-Probleme formulieren und lösen. • Bedingungen identifizieren, unter welchen die Dynamische Programmierung zur Lösung von Entscheidungsproblemen eingesetzt werden kann. • den Unterschied zwischen Dynamischer Programmierung und RL-Methoden erklären. • zwischen RL-Methoden aus den Bereichen Temporal-Difference Learning, Policy Gradient und Actor-Critic unterscheiden. • die Grenzen von MAB-Problemen und vollständigen RL-Problemen identifizieren. • die Notwendigkeit der Generalisierung in MAB-Problemen und vollständigen RL-Problemen erklären. • geeignete Approximations-Techniken auswählen und diese in Kombination mit Lösungsansätzen für MAB-Probleme und vollständige RL-Probleme anwenden. • algorithmische Techniken anwenden, um MAB-Probleme und vollständige RL-Probleme zu lösen und zulässige Lösungen zu erhalten. • die Plausibilität und Widerspruchsfreiheit der erhaltenen Lösungen bewerten. 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme				

	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse in Python oder Matlab • Ingenieursmathematik und Wahrscheinlichkeitstheorie
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Dauer: 60 min, Standard BWS) Die Prüfung erfolgt durch eine Klausur (Dauer: 60 Min.). Falls absehbar ist, dass sich weniger als 21 Studierende anmelden, erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 20 Min.). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Fachprüfung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)
6	Verwendbarkeit des Moduls M.Sc. etit: AUT & KTS, M.Sc. ICE, B.Sc. / M.Sc. iST, M.Sc. WI-etit, M.Sc. MEC
7	Notenverbesserung nach §25 (2)
8	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, “Reinforcement Learning: An Introduction”, A Bradford Book, Cambridge, MA, USA, 2018. • Aleksandrs Slivkins, „Introduction to Multi-Armed Bandits“, Foundations and Trends in Machine Learning, Vol. 12: No. 1-2, 2019.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-kl-2070-vl	Kursname Fundamentals of Reinforcement Learning		
Dozent Dr. rer. nat. Sabrina Klos, Dr.-Ing. Andrea Patricia Ortiz Jimenez		Lehrform Vorlesung	SWS 2
Kurs-Nr. 18-kl-2070-ue	Kursname Fundamentals of Reinforcement Learning		
Dozent Dr. rer. nat. Sabrina Klos, Dr.-Ing. Andrea Patricia Ortiz Jimenez		Lehrform Übung	SWS 1

2.2 KTS II: Seminare und Projektseminare

Modulname Advanced Topics in Statistical Signal Processing					
Modul-Nr. 18-zo-2040	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt Der Kurs beinhaltet die Grundlagen der Entdeckungs- und Schätztheorie. Diese werden dann erweitert durch mit fortgeschrittenen Themen der statistischen Signalverarbeitung. Das sind typischerweise Anwendungen aus folgenden Bereichen: Detektion in Radar Anwendungen; Robuste Schätzung; Prädiktion, Filterung und Tracking mit dem Kalman Filter; Sensorgruppen Signalverarbeitung, Richtungsschätzung und Quellendetektion; Zeit-Frequenz Analyse. Die Themen können von Semester zu Semester wechseln. Der Kurs beinhaltet eine Reihe von 5 Vorlesungen gefolgt von einem betreuten Forschungsseminar über ca. 2 Monate. Die endgültige Bewertung beinhaltet die Seminar-Präsentationen, sowie eine schriftliche Klausur. Die hauptsächlichen Themengebiete sind: <ul style="list-style-type: none"> • Schätztheorie • Detektionstheorie • Robuste Schätztheorie • Seminar-Projekte: z.B. Mikrophongruppen/Beamforming, Ortung und Tracking, Radar-/Ultraschallbildgebung, akustische Quellenlokalisierung, Schätzung der Anzahl von Quellen 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studenten vertiefen ihre Kenntnisse in der Signalverarbeitung basierend auf den Grundlagen der Vorlesungen DSP und ETiT 4. Sie beschäftigen sich mit fortgeschrittenen Themen der statistischen Signalverarbeitung, die Gegenstand aktueller Forschung sind. Die erlangten Kenntnisse sind nützlich für zukünftige Forschungsarbeit oder in der beruflichen Karriere.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme DSP, ein allgemeines Interesse an der Signalverarbeitung ist wünschenswert.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, fakultativ, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, fakultativ, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, BSc/MSc iST, MSc iCE, Wi-ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				

- Folien zur Vorlesung
- Jerry D. Gibson and James L. Melsa. Introduction to Nonparametric Detection with Applications. IEEE Press, 1996.
- S. Kassam. Signal Detection in Non-Gaussian Noise. Springer Verlag, 1988.
- S. Kay. Fundamentals of Statistical Signal Processing: Estimation Theory. Prentice Hall, 1993.
- S. Kay. Fundamentals of Statistical Signal Processing: Detection Theory. Prentice Hall, 1998.
- E. L. Lehmann. Testing Statistical Hypotheses. Springer Verlag, 2nd edition, 1997.
- E. L. Lehmann and George Casella. Theory of Point Estimation. Springer Verlag, 2nd edition, 1999.
- Leon-Garcia. Probability and Random Processes for Electrical Engineering. Addison Wesley, 2nd edition, 1994.
- P. Peebles. Probability, Random Variables, and Random Signal Principles. McGraw-Hill, 3rd edition, 1993.
- H. Vincent Poor. An Introduction to Signal Detection and Estimation. Springer Verlag, 2nd edition, 1994.
- Louis L. Scharf. Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis. Pearson Education POD, 2002.
- Harry L. Van Trees. Detection, Estimation, and Modulation Theory, volume I,II,III,IV. John Wiley & Sons, 2003.
- A. M. Zoubir and D. R. Iskander. Bootstrap Techniques for Signal Processing. Cambridge University Press, May 2004.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-zo-2040-se	Kursname Advanced Topics in Statistical Signal Processing		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir	Lehrform Seminar	SWS 4	

Modulname Project Seminar Advanced μ Wave Components & Antennas					
Modul-Nr. 18-jk-2060	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe/SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby		
1	Lerninhalt Es werden sowohl grundlegende als auch an der aktuellen Forschung orientierte Aufgaben gestellt. Die Aufgaben werden in jedem Zyklus aktualisiert und den Studierenden zu Beginn vorgestellt. Jede Gruppe erhält eine individuelle Betreuung. Die Aufgaben umfassen u.a. moderne Antennen für verschiedene Anwendungen, elektronisch steuerbare Antennenelemente und –gruppen zur adaptiven räumlichen Strahlformung, abstimmbare Multibandantennen, RFIDs, Hochfrequenzsensoren, verschiedene adaptiv- steuerbare Komponenten wie Anpassnetzwerke, Filter, passiver Mischer und Modulatoren für agile Kommunikations- und Sensorsysteme.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Mittels der Projektarbeit in kleinen Gruppen und individueller Betreuung erwerben die Studierenden die Fähigkeit, überschaubare wissenschaftliche Frage- und Aufgabenstellung zu lösen. Die Aufgaben umfassen Konzepte, den Entwurf, zum Teil die Realisierung und Charakterisierung von Hochfrequenzkomponente für aktuelle und zukünftige Kommunikations- und Sensorsysteme. Die Studierenden lernen mit modernen, kommerziellen Softwaretools und Charakterisierungseinrichtungen umzugehen. Darüber hinaus lernen sie den aktuellen Stand der Forschung im Team zu diskutieren, kurz und prägnant wiederzugeben, ihre Arbeit im wissenschaftlichen Kontext einzuordnen und eine kurze wissenschaftliche Abhandlung zu verfassen. Die Ergebnisse werden in einer Abschlusspräsentation dargestellt, diskutiert und bewertet.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Inhalte von Hochfrequenztechnik I und Antennas and Adaptive Beamforming				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iCE, Wi-ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Erforderliche Veröffentlichungen und Literatur sowie Softwaretools, Einrichtung für die Charakterisierung und Realisierung stehen zur Verfügung.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-jk-2060-pj	Kursname Project Seminar Advanced μ Wave Components & Antennas			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby, Dr.-Ing. Martin Schüßler			Lehrform Projektseminar	SWS 4

Modulname Project Seminar Wireless Communications					
Modul-Nr. 18-kl-2040	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Anja Klein		
1	Lerninhalt Lösung spezieller Probleme aus dem Bereich der Mobilkommunikation (sowohl Probleme der Signalübertragung, -verarbeitung als auch Netzwerkproblemstellungen sind möglich; Aufgabenstellungen ergeben sich aus den aktuellen Forschungsthemen des Fachgebietes) Bearbeitung eines Problems in Gruppenarbeit (2-3 Studierende) Organisation und Strukturierung eines Projektes Umgang mit wissenschaftliche Publikationen, Einlesen in den theoretischen Hintergrund der Aufgabenstellung praktische Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung wissenschaftliche Präsentation der Ergebnisse (Vortrag/Ausarbeitung) Verteidigung der Arbeit in einer mündlichen Diskussion vor Publikum				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studenten können nach Besuch der Lehrveranstaltung: <ul style="list-style-type: none"> • Problemstellungen aus dem Bereich der Mobilkommunikation klassifizieren und analysieren, • Projekte mit zeitlicher Limitierung planen und organisieren, • Analysemethoden und Simulationsumgebungen aufbauen und testen, • erzielte Ergebnisse und Erkenntnisse bewerten und präsentieren 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Vorkenntnisse in digitaler Kommunikation, Signalverarbeitung, Mobilkommunikation				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 20 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT, MSc CE, MSc iCE, MSc iST, MSc MEC				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Vorlesungsunterlagen werden bereitgestellt und spezielle Literaturempfehlungen während der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-kl-2040-pj	Kursname Project Seminar Wireless Communications			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Anja Klein, M.Sc. Sumedh Dongare			Lehrform Projektseminar	SWS 4

Modulname Projektseminar Neue Themen in der Sensor-Array und Tensor Signalverarbeitung					
Modul-Nr. 18-pe-2040	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt In diesem Projektseminar werden die neusten Trends in Sensor-Array und Tensor Signalverarbeitung behandelt. Der spezifische thematische Fokus des Projektseminars orientiert sich an aktuellen technischen Entwicklungen und wird Jahr für Jahr entsprechend angepasst. Die jeweiligen Themen werden im Vorfeld der Veranstaltung rechtzeitig auf der Internetseite des Kurses angegeben.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden lernen Theorie, Algorithmen und Anwendungen für die Verarbeitung von Sensor-Array und Tensor Daten.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundkenntnisse in Linear Algebra				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 40 min, Standard BWS)				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT, MSc iCE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Harry L. Van Trees, Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation, and Modulation Theory, John Wiley & Sons, 2002. Die Literatur umfasst die aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Seminare und Bücher in dem Forschungsbereich.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-pe-2040-pj	Kursname Projektseminar Neue Themen in der Sensor-Array und Tensor Signalverarbeitung			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento, M.Sc. David Schenck			Lehrform Projektseminar	SWS 4

Modulname Signal Detection and Parameter Estimation					
Modul-Nr. 18-zo-2050	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt Signaldetektion und Parameterschätzung sind fundamentale Aufgaben der Signalverarbeitung. Sie treten in verschiedener Form in vielen allgemeinen Ingenieur Tätigkeiten auf. In diesem Kurs wird die zugrunde liegende Theorie der Detektion und Schätzung behandelt, welches zu einem besseren Verständnis der Fragen, „warum (und wie)“ gute Detektions- und Schätzschemata entworfen werden, führt. Es wird behandelt: Grundlagen der Detektions- und Schätztheorie, Hypothesentests, Bayes-/Ideal Observer-/ Neyman-Pearson-Tests, Receiver Operating Characteristics, Uniformly Most Powerful Tests, Matched Filter, Schätztheorie, Typen von Schätzern, Maximum-Likelihood-Schätzung, Genügsamkeit und Fisher-Neyman- / Faktorisierte-Kriterium, Erwartungstreue und minimale Varianz von Schätzern, Fisher-Information und CRB, Asymptotische Eigenschaften von MLE.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studenten vertiefen ihre Kenntnisse in der Signalverarbeitung basierend auf den Grundlagen der Vorlesungen DSP und ETiT 4. Sie beschäftigen sich mit fortgeschrittenen Themen der statistischen Signalverarbeitung im Bereich der Detektions- und Schätztheorie. In einer Reihe von 4 Vorlesungseinheiten werden die Grundlagen und wichtige Konzepte der Detektions- und Schätztheorie gelehrt. Diese werden dann von den Studenten in Form von MATLAB-Aufgaben vertieft und praktisch angewendet. Im Anschluss folgt eine eigenständige Literaturrecherche, in der die Studenten eine Originalarbeit im Bereich der Detektions- und Schätztheorie auswählen und in einer abschließenden Präsentation vorstellen. Dadurch erlangen Studenten die Fähigkeit, sich über eine Literaturstudie in eine Anwendung einzuarbeiten und Ihr Wissen adäquat zu präsentieren, so wie es auch im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten und im späteren Berufsleben erwartet wird.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme DSP, ein allgemeines Interesse an der Signalverarbeitung ist wünschenswert.				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, fakultativ, Standard BWS)				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, fakultativ, Gewichtung: 100 %)				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc iST, MSc iCE, Wi-ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				

- Folien zur Vorlesung
- Jerry D. Gibson and James L. Melsa. Introduction to Nonparametric Detection with Applications. IEEE Press, 1996.
- S. Kassam. Signal Detection in Non-Gaussian Noise. Springer Verlag, 1988.
- S. Kay. Fundamentals of Statistical Signal Processing: Estimation Theory. Prentice Hall, 1993.
- S. Kay. Fundamentals of Statistical Signal Processing: Detection Theory. Prentice Hall, 1998.
- E. L. Lehmann. Testing Statistical Hypotheses. Springer Verlag, 2nd edition, 1997.
- E. L. Lehmann and George Casella. Theory of Point Estimation. Springer Verlag, 2nd edition, 1999.
- Leon- Garcia. Probability and Random Processes for Electrical Engineering. Addison Wesley, 2nd edition, 1994.
- P. Peebles. Probability, Random Variables, and Random Signal Principles. McGraw-Hill, 3rd edition, 1993.
- H. Vincent Poor. An Introduction to Signal Detection and Estimation. Springer Verlag, 2nd edition, 1994.
- Louis L. Scharf. Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis. Pearson Education POD, 2002.
- Harry L. Van Trees. Detection, Estimation, and Modulation Theory, volume I,II,III,IV. John Wiley & Sons, 2003.
- A. M. Zoubir and D. R. Iskander. Bootstrap Techniques for Signal Processing. Cambridge University Press, May 2004.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-zo-2050-se	Kursname Signal Detection and Parameter Estimation		
Dozent Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		Lehrform Seminar	SWS 4

Modulname Projektseminar Neue Themen in MIMO Kommunikationsnetzwerken					
Modul-Nr. 18-pe-2050	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento		
1	Lerninhalt In diesem Projektseminar werden neue Trends der nächsten Generation drahtloser Kommunikationssysteme behandelt. Der spezifische thematische Fokus des Projektseminars orientiert sich an aktuellen technischen Entwicklungen und wird Jahr für Jahr entsprechend angepasst. Die jeweiligen Themen werden im Vorfeld der Veranstaltung rechtzeitig auf der Internetseite des Kurses angegeben.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden lernen anhand von aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen die grundlegenden Konzepte, Prozeduren, Theorien, Algorithmen und Anwendungen der nächsten Generation mobiler Kommunikationsnetzwerke.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 40 min, Standard BWS)				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %)				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT, MSc iCE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Die Literatur umfasst die aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Seminare und Bücher in dem Forschungsbereich.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-pe-2050-pj	Kursname Projektseminar Neue Themen in MIMO Kommunikationsnetzwerken			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Marius Pesavento			Lehrform Projektseminar	SWS 4

Modulname Robust and Biomedical Signal Processing					
Modul-Nr. 18-zo-2100	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	<p>Lerninhalt</p> <p>Eine Reihe von drei Vorlesungen liefert das notwendige Hintergrundwissen über robuste Signalverarbeitung und maschinelles lernen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der robusten Signalverarbeitung • Robuste Regression und robuste Filter für Artefaktentfernung • Robuste Schätzung des Mittelwerts und der Kovarianzmatrix, sowie Clusteranalyse und Klassifizierung. <p>Es folgen zwei Vorlesungen über ausgewählte biomedizinische Themen, wie zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Body-worn sensing von Vitalparametern • Optische Herzratenschätzung (PPG) • Signalverarbeitung für das Elektrokardiogramm (ECG) • Biomedizinische Bildverarbeitung <p>Studierende arbeiten dann in Gruppen, um robuste Signalverarbeitung in echten bio-medizinischen Problemstellungen anzuwenden. Abhängig von der jeweiligen Anwendung, werden die Daten entweder von den Studierenden aufgenommen, oder sie werden zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Gruppen werden im Rahmen eines 20-minütigen Vortrags vorgestellt. Die Gesamtnote ergibt sich aus der Präsentation und einer mündlichen Prüfung.</p>				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Grundlegende Kenntnisse der statistischen Signalverarbeitung				
4	<p>Prüfungsform</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, Standard BWS) 				
5	<p>Benotung</p> <p>Modulabschlussprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETiT, MSc Wi-ETiT, MSc iCE, MSc iST				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				

- Folien können via Moodle heruntergeladen werden.

Vertiefende Literatur:

- Zoubir, A. M. and Koivunen, V. and Ollila, E. and Muma, M.: Robust Statistics for Signal Processing. Cambridge University Press, 2018.
- Zoubir, A. M. and Koivunen, V. and Chackchoukh J, and Muma, M. Robust Estimation in Signal Processing: A Tutorial-Style Treatment of Fundamental Concepts. IEEE Sig-nal Proc. Mag. Vol. 29, No. 4, 2012, pp. 61-80.
- Huber, P. J. and Ronchetti, E. M.: Robust Statistics. Wiley Series in Probability and Statistics, 2009.
- Maronna, R. A. and Martin, R. D. and Yohai, V. J.: Robust Statistics: Theory and Methods. Wiley Series in Probability and Statistics, 2006.

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-zo-2100-se	Kursname Robust and Biomedical Signal Processing		
Dozent Dr.-Ing. Michael Muma		Lehrform Seminar	SWS 4

Modulname Internationale Sommerschule „Mikrowellen und Lichtwellen“					
Modul-Nr. 18-pr-2020	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Sascha Preu		
1	Lerninhalt Die Sommerschule behandelt die Grundlagen und die neuesten Entwicklungen der Mikrowellenelektronik, der THz-Technik und der Optischen Nachrichtentechnik unter besonderer Berücksichtigung der zugrundeliegenden physikalischen Konzepte.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden verstehen die vorgestellten Forschungsthemen, z.B. <ul style="list-style-type: none"> • Fachwissen der Mikrowellentechnik, der THz-Technik, und der Optischen Nachrichtentechnik • damit verbundener Elektronik • die Grundlagen der jeweiligen Materialeigenschaften und Wellenleiter auf die Signalverarbeitung. Sie haben Einblick in die jeweils neuesten Entwicklungen auf diesen Gebieten.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Dauer: 30 min, Standard BWS) 				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, mündliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls BSc ETiT, MSc ETiT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Ein Skript wird verteilt bzw. Folien können heruntergeladen werden.				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-pr-2020-se	Kursname Internationale Sommerschule „Mikrowellen und Lichtwellen“			
	Dozent Prof. Dr. rer. nat. Sascha Preu, Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby			Lehrform Seminar	SWS 2

Modulname Einführung in Scientific Computing mit Python					
Modul-Nr. 18-st-2070	Kreditpunkte 4 CP	Arbeitsaufwand 120 h	Selbststudium 90 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke		
1	Lerninhalt In 6 Versuchen werden Grundzüge des wissenschaftlichen Rechnens am PC geübt. Dazu werden zur Lösung von beispielhaften ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen aus dem Grundlagenbereich der etit zentrale Methoden der numerischen Mathematik eingesetzt und deren Möglichkeiten und Grenzen exploriert. Die benötigten Grundlagen der numerischen Mathematik werden durch ein Skript zu jedem Versuch eingeführt. Im Praktikum werden die Verfahren dann unter Anleitung in der aktuellen Rechenumgebung Python implementiert. Die Versuche behandeln folgende Themenbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen und Lösen von linearen Gleichungssystemen, dünn-besetzte Matrizen • Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen sowie deren Analyse mit Hilfe von Eigenwerten • Mathematische Optimierung, Automatisches Differenzieren • Lineare Regression/Approximation, erste Machine Learning Algorithmen • Diskretisierung einfacher partieller Differentialgleichungen 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Die Studierenden lernen Ingenieurprobleme mit modernen Rechnertools zu bearbeiten und dafür wichtige Basistechnologien des wissenschaftlichen Rechnens zielgerichtet einzusetzen. Dabei wird den Studierenden eine algorithmische Denkweise vermittelt und sie erfahren eigenständig die Möglichkeiten und Grenzen computer-gestützter Rechenmethoden.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Etit 1 & 2, Mathe für etit 1-3				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Standard BWS) Die genaue Prüfungsform wird zu Beginn der ersten Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Mögliche Formen sind das Erstellen von Berichten und Versuchsbeschreibungen, sowie Präsentationen von Versuchsergebnissen.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls Etit B.A./M.Sc. mit allen Vertiefungen, sowie CE, ICE, IST				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-st-2070-pr	Kursname Einführung in Scientific Computing mit Python			
	Dozent Prof. Dr. rer. nat. Florian Steinke, Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Schöps, Prof. Dr. techn. Heinz Köppl, Prof. Dr.-Ing. Herbert De Gerssem, Prof. Dr. rer. nat. Markus Meinert			Lehrform Praktikum	SWS 2

Modulname Data Science II					
Modul-Nr. 18-zo-2120	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe
Sprache Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Abdelhak Zoubir		
1	Lerninhalt Die Lehrveranstaltung behandelt folgende Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Data Science: Fortgeschrittene Methoden • Datenmanagement + Big data • Statistisches Lernen <ul style="list-style-type: none"> – Empfehlungssysteme – Deep Learning – Unsupervised Learning • Textdatenanalyse • Projekt in Gruppenarbeit: Entweder aus einer bestehenden Liste aus Projekten oder eigener Vorschlag. Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> – Soundklassifizierung – Herzratenanalyse – Aktivitätserkennung mit Beschleunigungsdaten – Hyperspektrale Daten – Bildklassifizierung – Gesundheitsdaten 				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Diese Vorlesung bietet ein vertieftes Verständnis in Data Science mit starkem Praxisbezug. Studierende werden moderne Data Science-Technologien kennenlernen – von Big Data bis zu neuartigen Methoden im Maschinellen Lernen und sie in einem Projekt mit echten Daten anwenden.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Data Science I (Vorlesung)				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Dauer: 90 min, Standard BWS) In der Regel erfolgt die Prüfung durch eine Klausur (Dauer: 90 Min.). Falls sich bis zu einschließlich 14 Studierende anmelden erfolgt die Prüfung mündlich (Dauer: 45 Min.). Die Prüfungsform wird zu Beginn der ersten Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Üblich wären beispielsweise das Abhalten einer Projektpräsentation, etc.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur				

Ein Vorlesungsskript bzw. Folien können heruntergeladen werden:

- <http://www.spg.tu-darmstadt.de>
- Moodle Plattform

Vertiefende Literatur:

- Wes McKinney: Python for Data Analysis, O'Reilly, 2017
- Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, 2011
- James, Witten, Hastie and Tibshirani, Introduction to Statistical Learning, Springer, 2017

Enthaltene Kurse

Kurs-Nr. 18-zo-2120-se	Kursname Data Science II		
Dozent Dr.-Ing. Christian Debes		Lehrform Seminar	SWS 4

Modulname Wettbewerb künstliche Intelligenz in der Medizin					
Modul-Nr. 18-ha-2010	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe/SoSe
Sprache Deutsch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr.-Ing. Christoph Hoog Antink		
1	Lerninhalt Innerhalb dieses Moduls arbeiten die Studierenden selbstständig in kleinen Gruppen an einem vorgegebenen Problem aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Medizin. Die Art des Problems kann die automatische Klassifizierung oder Vorhersage einer Krankheit aus medizinischen Signalen oder Daten, die Extraktion eines physiologischen Parameters, etc. sein. Alle Gruppen erhalten das gleiche Problem, müssen aber ihre eigenen Algorithmen entwickeln, die auf einem versteckten Datensatz evaluiert werden. Am Ende wird eine Rangliste der am besten funktionierenden Algorithmen erstellt.				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Innerhalb dieses Moduls arbeiten die Studierenden selbstständig in kleinen Gruppen an einem vorgegebenen Problem aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Medizin. Die Art des Problems kann die automatische Klassifizierung oder Vorhersage einer Krankheit aus medizinischen Signalen oder Daten, die Extraktion eines physiologischen Parameters, etc. sein. Alle Gruppen erhalten das gleiche Problem, müssen aber ihre eigenen Algorithmen entwickeln, die auf einem versteckten Datensatz evaluiert werden. Am Ende wird eine Rangliste der am besten funktionierenden Algorithmen erstellt.				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Programmierfähigkeiten in Python • 18-zo-1030 Grundlagen der Signalverarbeitung 				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100 %) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls BSc/MSc (WI-)etit, AUT, DT, KTS BSc/MSc iST MSc iCE				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur <ul style="list-style-type: none"> • Friedman, Jerome, Trevor Hastie, and Robert Tibshirani. The elements of statistical learning. Vol. 1. No. 10. New York: Springer series in statistics, 2001. • Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. springer, 2006. 				
Enthaltene Kurse					
	Kurs-Nr. 18-ha-2010-pj	Kursname Wettbewerb künstliche Intelligenz in der Medizin			
	Dozent Prof. Dr.-Ing. Christoph Hoog Antink			Lehrform Projektseminar	SWS 4

Modulname Projektseminar Terahertz-Technologie, Kommunikation und Sensorik					
Modul-Nr. 18-pr-2030	Kreditpunkte 8 CP	Arbeitsaufwand 240 h	Selbststudium 180 h	Moduldauer 1	Angebotsturnus WiSe/SoSe
Sprache Deutsch und Englisch			Modulverantwortliche Person Prof. Dr. rer. nat. Sascha Preu		
1	Lerninhalt Untersuchung und Lösung spezieller Problemstellungen aus dem Bereich der Entwicklung von Terahertz-Bauteilen, von Terahertz-Anwendungen sowie aus dem Bereich der Optik und Kommunikationstechnik. Die konkrete Aufgabenstellung ergibt sich aus aktuellen Forschungsinhalten. Das Projektseminar fordert eigenständiges Bearbeiten einer vorgegebenen Problemstellung, Organisation und Strukturierung einer Seminararbeit, Suche und Analyse von wissenschaftlicher Referenzliteratur zu einer gegebenen Aufgabenstellung, Zusammenfassung der erzielten Erkenntnisse in schriftlicher Form, sowie Präsentation und Verteidigung der Erkenntnisse und Ergebnisse in Form eines Vortrages mit Diskussion vor Publikum. Mögliche Themengebiete umfassen z B.: <ul style="list-style-type: none"> • Terahertz Optik • Optik/Photonik • Spektroskopie • Halbleiterbauelemente • Licht-Materie Wechselwirkung Link zu aktuellen Forschungsthemen am Fachgebiet Terahertz Bauelemente und Terahertz Systeme: https://www.tsys.tu-darmstadt.de/home_2/forschung_17/index.en.jsp				
2	Qualifikationsziele / Lernergebnisse Studierende können nach Besuch der Lehrveranstaltung: <ul style="list-style-type: none"> • erlernte theoretische Grundlagen auf ein praktisches Problem anwenden • tiefgehendes und spezielles Wissen in einem Teilgebiet (Optik, Terahertz-Technologie oder Halbleiterphysik) nachweisen • eigenständig wissenschaftliche Referenzliteratur zu einer Aufgabenstellung suchen, analysieren und bewerten • erzielte experimentelle und theoretische Erkenntnisse in Form eines kurzen Berichts zusammenfassen und in einem Vortrag präsentieren und vor Publikum verteidigen 				
3	Empfohlene Voraussetzung für die Teilnahme Vorkenntnisse im wengigstens einem der Bereiche: Optik, Halbleiter oder Terahertz-Technologie				
4	Prüfungsform Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Standard BWS) Bericht und/oder Präsentation. Die genaue Form wird zu Beginn des Projektes bekannt gegeben.				
5	Benotung Modulabschlussprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprüfung (Studienleistung, Mündliche/Schriftliche Prüfung, Gewichtung: 100%) 				
6	Verwendbarkeit des Moduls MSc ETIT				
7	Notenverbesserung nach §25 (2)				
8	Literatur Wird zu Beginn des Projektes definiert.				
Enthaltene Kurse					

Kurs-Nr. 18-pr-2030-pj	Kursname Projektseminar Terahertz-Technologie, Kommunikation und Sensorik		
Dozent Prof. Dr. rer. nat. Sascha Preu	Lehrform Projektseminar	SWS 4	