

Modulhandbuch

Hochschule	Fachhochschule Dortmund
Fachbereich/Fakultät	Informationstechnik
Dekan/Dekanin	Prof. Dr. Frank Gustrau
Ansprechpartner/in für das Akkreditierungsverfahren (Name, Adresse, Telefon, Fax, E-Mail)	Prof. Dr. Ingo Kunold Sonnenstraße 96 44139 Dortmund Telefon: 0231 9112-2352 Telefax: 0231 9112-2615 kunold@fh-dortmund.de
Bezeichnung des Studiengangs:	Informations- und Elektrotechnik
Fachwissenschaftliche Zuordnung	<input type="checkbox"/> Naturwissenschaften, Mathematik <input checked="" type="checkbox"/> Ingenieurwissenschaften, Informatik <input type="checkbox"/> Medizin, Pflege- und Gesundheitswissenschaften <input type="checkbox"/> Sprach- und Kulturwissenschaften <input type="checkbox"/> Sozial-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften <input type="checkbox"/> Kunst, Musik, Design, Architektur
Regelstudienzeit in Semestern	4
Abschlussgrad	Master of Engineering (M.Eng.)
Art des Studiengangs	<input type="checkbox"/> grundständig <input checked="" type="checkbox"/> konsekutiv <input type="checkbox"/> weiterbildend
Wann ist das Studienangebot angelaufen?	Wintersemester 2004/05 (MA Informationstechnik) Wintersemester 2011/12 (MA Informations- und Elektrotechnik mit Ausnahmegenehmigung) Sommersemester 2012 (MA Informations- und Elektrotechnik, Nachakkreditierung) Wintersemester 2018/19 (MA Informations- und Elektrotechnik, Neustrukturierung)
Studienform	<input checked="" type="checkbox"/> Vollzeit <input type="checkbox"/> berufsbegleitend <input type="checkbox"/> Teilzeit <input type="checkbox"/> Fernstudium <input type="checkbox"/> Dualer Studiengang <input type="checkbox"/> sonstige: ...

Pflichtmodule	4
<i>Höhere Mathematik.....</i>	5
<i>Theoretische Elektrotechnik.....</i>	7
<i>Kommunikationstechnik</i>	9
<i>Digitale Signalverarbeitung</i>	12
<i>KI-Systeme</i>	15
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Kommunikationstechnik	18
<i>Computer Netzwerke.....</i>	19
<i>Cyber Security A.....</i>	22
<i>Cyber Security B.....</i>	24
<i>Digital Transmission Systems.....</i>	26
<i>Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke.....</i>	28
<i>Elektromagnetische Feldsimulation.....</i>	31
<i>Gebäudekommunikations- und -managementsysteme.....</i>	33
<i>Intelligente Energie Netze</i>	35
<i>Interaktions- und Visualisierungssysteme</i>	37
<i>Mobile Kommunikationssysteme</i>	40
<i>Verteilte Energieinformationssysteme und -Anwendungen</i>	43
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Signalverarbeitung	45
<i>Biomedical Signal Processing</i>	46
<i>Computer Vision</i>	49
<i>Digital Automation and Control.....</i>	51
<i>Digital Design Lab.....</i>	53
<i>Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse.....</i>	55
<i>Embedded Systems.....</i>	57
<i>Mikroelektronik.....</i>	60
<i>Signals and Systems for Automated Driving</i>	62
<i>Wellendigitalfilter</i>	65
<i>Wellendigitalfilter 2.....</i>	67

Wahlpflichtmodule Schwerpunkt KI-Systeme	69
<i>Advanced Robotic Vision</i>	70
<i>Architekturen verteilter intelligenter Systeme</i>	72
<i>Automotive Systems</i>	74
<i>Data Science und Softwareengineering 1.....</i>	76
<i>Data Science und Softwareengineering 2.....</i>	78
<i>Embedded Systems for AI/ML</i>	80
<i>Extended Reality</i>	82
<i>Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung (light)</i>	84
<i>Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung.....</i>	87
<i>Intelligente Sensoren und Aktoren</i>	90
<i>IoT Systems and Services</i>	92
<i>Reinforcement Learning.....</i>	94
<i>Robotics.....</i>	96
<i>Robotic Vision.....</i>	98
<i>Semantik und Datenmodelle</i>	100
<i>Statistik</i>	102
Wahlpflichtmodule Schlüsselqualifikationen	104
<i>Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft</i>	105
<i>Projektmanagement und Projektplanung.....</i>	107
<i>Qualitätsmanagement.....</i>	109
Projektarbeiten und Thesis	110
<i>Projektarbeit 1.....</i>	111
<i>Projektarbeit 2.....</i>	113
<i>Master-Studienarbeit.....</i>	115
<i>Thesis.....</i>	117
<i>Kolloquium.....</i>	119

Pflichtmodule

Höhere Mathematik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
HMA 60011	240 h	8	1. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Höhere Mathematik		Kontaktzeit 4 V / 60 h 2 Ü / 30 h	Selbststudium 100 h 50 h	Gruppengröße 30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der Funktionentheorie einer komplexen Veränderlichen und können die zugehörigen mathematischen Methoden auf Aufgabenstellungen der Elektrotechnik, Signalverarbeitung, Feldtheorie und Transformationen anwenden.				
3	Inhalte - komplexe Zahlen - Potenzreihen: $\exp(z)$, $\sin(z)$, ... - holomorphe (analytische) Funktionen - Kurven-Integrale - Laurent-Reihe/Residuensatz - konforme Abbildung				
4	Lehrformen Eine Vorlesung vermittelt die Grundkenntnisse der Funktionentheorie. Die Vermittlung der theoretischen Grundlagen wird durch zahlreiche Beispiele und Aufgaben/Kontrollfragen unterstützt. In den Übungen beschäftigen sich die Studierenden selbstständig mit der Lösung von Aufgaben.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Mathematik I + Mathematik II (aus Bachelorstudiengang), Weitergehende Kenntnisse in mathematischer Beweistechnik, Reihen, mehrdimensionaler Analysis (Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik Ergänzungen 1-3 im Bachelorstudiengang Digitale Technologien).				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Höhere Mathematik: Klausur (120 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -				

9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Günter Baszenski hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Günter Baszenski
11	Literatur [1] Fritzsche: Grundkurs Funktionentheorie [2] Herz: Repetitorium Funktionentheorie [3] Fischer, Lieb: Funktionentheorie [4] Behnke, Sommer: Theorie der analytischen Funktionen einer komplexen Veränderlichen [5] Zill, Shanahan: A First Course in Complex Analysis, with Applications [6] Spiegel: Complex Variables [7] LePage: Complex Variables and the Laplace Transform for Engineers

Theoretische Elektrotechnik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
TET 60071	240 h	8	1.-2. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Theoretische Elektrotechnik		Kontaktzeit 4 V / 60 h 2 Ü / 30 h	Selbststudium 100 h 50 h	Gruppengröße 30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> Beherrschung feldtheoretischer und hochfrequenter Zusammenhänge über die Maxwell'schen Gleichungen, EM-Felder und Streuparameter Fähigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern und Fachkräften im Bereich der Informations- und Elektrotechnik 				
3	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> Differentialoperatoren, Maxwell'sche Gleichungen in Differential- und Integralform, Randbedingungen, Wellengleichungen und ihre Lösungen, Biot-Savartsches Gesetz Numerische Verfahren zur Lösung elektromagnetischer Feldprobleme Leitungstheorie, praktische Leitungstypen, Streuparameter, Hochfrequenzschaltungen, Dipolantennen, Strahlungsfelder, Wellenausbreitung in komplexen Umgebungen 				
4	Lehrformen Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlagen elektrischer und magnetischer Felder und Grundlagen der Elektrotechnik				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Theoretische Elektrotechnik: Klausur (120 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -				
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Frank Gustrau hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Frank Gustrau
11	Literatur [1] K. Küpfmüller et al., Theoretische Elektrotechnik, Springer, 2013 [2] P. Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Pearson, 2005 [3] Schwab, Begriffswelt der Feldtheorie, Springer, 1996 [4] S. Blume, Theorie elektromagnetischer Felder, Hüthig, 1988 [5] N. Ida, Engineering Electromagnetics, Springer, 2004 [6] J. Kraus, D. Fleisch, Electromagnetics with applications, McGraw Hill, 1999 [7] D. Fleisch, A Student's Guide to Maxwell's Equations, Cambridge University Press, 2011

Kommunikationstechnik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KTE 60021	240 h	8	1.-2. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Kommunikationssysteme		1 V / 15 h	25 h	30 Studierende
			1 Ü / 15 h	25 h	20 Studierende
	Informations- und Kodierungstheorie		1 V / 15 h	25 h	30 Studierende
			1 Ü / 15 h	25 h	20 Studierende
	Verkehrstheorie und Planungsaspekte		1 V / 15 h	25 h	30 Studierende
			1 Ü / 15 h	25 h	20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen die in synchronen und paketorientierten Kommunikationssystemen verwendeten Verfahren grundsätzlich nach ihren vermittlungstechnischen Eigenschaften. Sie kennen den grundsätzlichen Aufbau und die Netztopologie von modernen diensteintegrierenden Kommunikationssystemen. Sie kennen Verfahren zur Signalisierung in Kommunikationssystemen und die Struktur des Netzwerkmanagements. Sie kennen die Problematik der Informationssicherheit, einige Ansätze und Verfahren zur Herstellung von Authentizität von Subjekten und Objekten, von Datenintegrität und -vertraulichkeit sowie die Anknüpfungspunkte zur Shannonschen Informationstheorie.</p> <p>Die Studierenden kennen die informationstheoretischen Grundlagen digitaler Kommunikationssysteme. Sie kennen den Shannonschen Informationsbegriff, davon abgeleitete Größen und die Aufteilung des Kodierungsproblems gemäß des Separationssatzes. Sie kennen einige Quellkodiervverfahren und die zugrundeliegenden Theoreme. Sie verstehen die Begrenzung der Kanalkapazität durch die Fehlereigenschaften des Kanals bzw. durch die Leistungsverhältnisse der analogen Signale (Shannon-Hartley) und die absolute Begrenzung der beliebigen Zuverlässigkeit der Übertragung durch die Shannongrenze. Aus dem Verständnis der Kanalkapazität heraus sind die Prinzipien der Kanal- und Fehlerschutzkodierung verstanden. Die Studierenden kennen auch einige praktische Verfahren zur Fehlerschutzkodierung und –dekodierung.</p> <p>Die Studierenden kennen die verkehrstheoretischen Grundlagen digitaler Kommunikationssysteme. Sie wissen Verlust- und Wartesysteme zu modellieren und zu analysieren und sie kennen einige Ankunfts- und Bedienprozesse. Sie können einfache Netze von Wartesystemen analysieren. Kenntnisse des Network Calculus gestatten ihnen Aussagen zu Leistungsgarantien.</p> <p>Die Studierenden können ein Kommunikationsnetz als Graphen mit Kapazitäten, Verkehrsanforderungen und -flüssen modellieren und kennen methodische Ansätze zur Beplanung und Optimierung.</p>				

	<p>Die theoretischen Grundlagen und das tiefere Verständnis des Faches – unter Ausklammerung der Übertragungstechnik – sind erworben. Die Studierenden sind zum eigenständigen Fortschreiten in der Materie befähigt.</p> <p>Neben dem Erwerb der fachlichen Kompetenz sind durch die praktische Bearbeitung einiger Beispiele Problemlösungs- und Teamfähigkeit gestärkt und Präsentationstechnik geübt.</p>
3	<p>Inhalte</p> <p>Anforderungen an Kommunikationsnetze und –systeme Protokollschichtung: Problemstellungen und -lösungen auf einzelnen Schichten Aufbau von LAN und WAN, spezielle Netzelemente und Infrastrukturdienste (bspw. Routing) Anwendungsbeispiele von Kommunikationsnetzen und -diensten, bspw. SIP-Telefonie Sicherheit in Kommunikationsnetzen</p> <p>Informationsbegriff Quellencodiertheoreme, Optimalkodierung Modellierung von gedächtnislosen und -behafteten Quellen Verbundquellen, Kodierungsverfahren bei nicht a priori bekannter Quellenstatistik Kanalmodelle und Kanalkodierung, Kanalkapazität (analoger Kanal und diskretes Kanalmodell) Fehlerschutz mit Block- und Faltungskodes Kodierungs- und Dekodierungsverfahren</p> <p>Modellierung von Ankunfts- und Bedienprozessen Modellierung von Verlust- und Wartesystemen Verkehrsgrößen- und Wartezeitberechnungen Netze von Wartesystemen Network Calculus Netzwerke als Graphen, Zusammenhang von Anforderungen, Kapazitäten, Teilflüssen Greedy Algorithmus, Lineare Optimierung, genetische Optimierungsverfahren</p> <p>Workshop zu aktueller Themenstellung, bspw. Simulationen zu Protokollabläufen und Leistungsparametern</p>
4	<p>Lehrformen</p> <p>Vorlesung und Übungen in seminaristischer Form.</p> <p>Bestandteil der zunächst eher theoretischen Veranstaltung ist ein Workshop zu aktuellen Aspekten eines oder mehrerer der behandelten Themen. Dabei wird der Stoff veranschaulicht und die Studierenden werden exemplarisch in die praktische Behandlung eingeführt, bspw. durch Simulationen oder Versuchsaufbauten.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>

6	Prüfungsformen Modulprüfung Kommunikationstechnik: Klausur (120 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur [1] Siegmund, G.: ATM- Technik des Breitband ISDN [2] Lüke, H. D.: Signalübertragung, Springer Verlag [3] Stallings, W.: ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM [4] Tannenbaum, A. S.: Computer Networks [5] Comer, D.: Internetworking with TCP/IP Vol. I [6] Badach, A.: SIP - Session initiation protocol [7] Trick, U.: SIP, TCP/IP und Telekommunikationsnetze [8] Eckert, C.: IT-Sicherheit, Konzepte – Verfahren – Protokolle [9] Kleinrock, L.: Queuing Systems I & II, Wiley & Sons [10] Killat, U.: Entwurf und Analyse von Kommunikationsnetzen [11] Mildnerberger, O.: Informationstheorie und Codierung, Vieweg [12] Klimant, H.: Informations und Kodierungstheorie, Vieweg & Teubner

Digitale Signalverarbeitung					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SV 60031	240 h	8	1.-2. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Signaltheorie		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
	Netzwerktheorie		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen analoger und digitaler Signale, Schaltungen und Systeme in vertiefter, mathematisch exakter und fundierter Form. Sie erlangen im Wesentlichen Fachkompetenz und durch die differenzierte Auseinandersetzung mit den Lehrinhalten wichtige Anteile einer Methodenkompetenz.</p> <p>Eine selbstständige und eigenverantwortliche Bearbeitung von Aufgaben der Signalverarbeitung setzt Kenntnisse dieses Moduls voraus.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Fachwissen zur Beschreibung von Signalen im zeitkontinuierlichen und im zeitdiskreten Bereich sowie über entsprechende Transformationen auch im Frequenzbereich gehören zu den Kerninhalten dieses Moduls. Dabei werden die im konsekutiven Bachelor-Studiengang enthaltenen Inhalte vertieft und auf komplexere Themenstellungen, in der Regel durch die Abhängigkeit von mehreren Veränderlichen modelliert, angewendet. Durch diese Erweiterung der Beschreibungen lassen sich deterministische und stochastische Signale umfangreich und zweckgerichtet analysieren und synthetisieren.</p> <p>Die systematische Erweiterung der jeweiligen Betrachtungsebene spiegelt sich auch in dem Anteil „Netzwerktheorie“ wieder, denn hier wird die Systembetrachtung von der Analyse von Mehrstoren, speziell von Zweitoren, um die Synthese solcher Systeme erweitert. Nach klassischen Kriterien werden die entsprechenden Funktionen klassifiziert. Eine Übertragung dieser Erkenntnisse auf Digitalstrukturen führt so zu den wichtigen Wellendigitalfiltern, denen Eigenschaften analoger Schaltungen zugrunde liegen und die damit für praxisnahe Anwendungen die interessanteste Gruppe der rekursiven Filterstrukturen darstellen.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>Die mathematischen und theoretischen Lehrinhalte werden in Form einer Vorlesung vermittelt. Durch eingebaute Beispiele wird der Bezug zur praktischen Anwendbarkeit hergestellt. Übungen vertiefen wichtige Anwendungsgebiete, so dass vielschichtige Kenntnisse im Einsatz der unterschiedlichen Regeln und Sätze gewonnen werden. Durch den Einsatz moderner Entwicklungsumgebungen, insbesondere MATLAB/Simulink, werden die Regeln verifiziert und anschaulich erklärt. Diese Entwicklungsumgebungen werden unterstützend zu dem mathematischen und theoretischen Wissen herangezogen.</p>				

5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Kenntnisse der höheren Mathematik (Differenzial- und Differenzengleichungen, Integraltransformationen) sowie Hochsprachenprogrammierung (Anwendung von Berechnungs- und Simulationswerkzeugen)</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Digitale Signalverarbeitung: Klausur (120 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>-</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>

10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff, Prof. Dr. Reinhard Scholz</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Ackenhusen: Real-Time Signal Processing [2] Böhme: Stochastische Signale mit Übungen und einem MATLAB-Praktikum [3] Doblinger: MATLAB-Programmierung in der digitalen Signalverarbeitung [4] Fettweis: Elemente nachrichtentechnischer Systeme [5] Hänslers: Statistische Signale, Grundlagen und Anwendungen [6] Kammeyer: Digitale Signalverarbeitung [7] Oppenheim, Schafer und Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung [8] Papoulis: Signal Analysis [9] Scheithauer: Signale und Systeme [10] Schüßler: Netzwerke, Signale und Systeme I und II [11] Urkowitz : Signal Theory and Random Processes [12] Antoniou: Digital Filters: Analysis, Design, and Applications [13] Belevitch: Classical Network Theory [14] Cauer: Theorie der linearen Wechselstromschaltungen [15] Darlington: Synthesis of reactance 4-poles which produce prescribed insertion ... [16] Fettweis: Entwurf von Digitalfiltern in Anlehnung an Verfahren der klassischen Netzwerktheorie [17] Fettweis: Grundlagen der Theorie elektrischer Schaltungen [18] Penfield: Tellegen's Theorem and Electrical Networks [19] Piloty: Kanonische Kettenschaltungen für Reaktanzvierpole mit vorgeschriebenen Betriebseigenschaften [20] Saal: Handbuch zum Filterentwurf</p>

KI-Systeme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KI 60091	240 h	8	1.-2. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	KI-Systeme 1 – Überwachtes und unüberwachtes Maschinelles Lernen		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
	KI-Systeme 2 - Neuronale Netze und Deep Learning		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen und wichtigsten Konzepte aus den Bereichen des überwachten und des unüberwachten maschinellen Lernens. Sie beherrschen die wichtigsten Methoden der Regression und Klassifikation sowie des Clustering und der Dimensionsreduktion. Sie kennen Software-Pakete und Bibliotheken für das maschinelle Lernen und können diese selbstständig zur Lösung typischer Problemstellungen anwenden. Sie kennen und verstehen die Kriterien zur Beurteilung von erhaltenen Ergebnissen und können diese interpretieren und kritisch hinterfragen.</p> <p>Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen und wichtigsten Konzepte der Neuronalen Netze. Sie kennen die Architektur und Anwendungsgebiete von Neuronalen Netzen ohne und mit Rückkoppelung, sowie von vollverbundenen Neuronalen Netzen und Faltungsnetzen. Sie kennen Software-Pakete und Bibliotheken für die Implementierung Neuronaler Netze und können diese selbstständig zur Lösung typischer Problemstellungen anwenden. Sie kennen und verstehen die Kriterien zur Beurteilung von erhaltenen Ergebnissen und können diese interpretieren und kritisch hinterfragen.</p> <p>Eine selbstständige und eigenverantwortliche Anwendung von Neuronalen Netzen und von Methoden des maschinellen Lernens setzt Kenntnisse dieses Moduls voraus.</p>				

<p>3</p>	<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare, univariate und multivariate Regression • Berechnung von Regressionsmodellen in geschlossener Form sowie mittels Gradientenabstieg • Klassifikation mit Methoden wie K-Nearest-Neighbors, Logistischer Regression, Support-Vektor-Maschinen und Entscheidungsbäumen • Dimensionsreduktion mittels Hauptkomponentenanalyse • Clustering mittels K-Means, Gaussian-Mixture-Models und agglomerativem Clustering • Metriken für Regression und Klassifikation, Underfitting und Overfitting, Bias und Varianz, Regularisierung • Architekturen Neuronaler Netze: Vollverbundene Netze, Faltungsnetze, Netze mit und ohne Rückkoppelung • Optimierungsverfahren und Algorithmen zum Trainieren Neuronaler Netze • Anwendungen von Neuronalen Netzen für die Zeitreihen- und Bildverarbeitung • Regularisierung Neuronaler Netze • Autoencoder und Generative Neuronale Netze
<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <p>In der Vorlesung werden Methoden vorgestellt, die in der Übung anhand von Anwendungsbeispielen und Aufgabenstellungen vertieft und von den Studierenden selbstständig einzeln oder in kleinen Gruppen gelöst werden. Die eigenständige Anwendung der erlangten Kenntnisse wird in Form eines Projektes durchgeführt.</p>
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der höheren Mathematik (Vektor- und Matrizenoperationen, Wahrscheinlichkeitsrechnung) sowie Kenntnisse in der Programmierung mit mindestens einer imperativen und/oder objektorientierten Hochsprache</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung KI-Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verpflichtende bewertete Übungen • Eigenständig bearbeitetes Projekt mit mündlichem Vortrag der Ergebnisse (30 min.)
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Embedded Systems for Mechatronics, Digital Transformation</p>

9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle, N.N.
11	Literatur [1] Tom Mitchell „Machine Learning”, Mc Graw Hill, 1997 [2] Christopher Bishop „Pattern Recognition and Machine Learning”, Springer, 2007 [3] Kevin Murphy „Machine Learning”, MIT Press, 2012 [4] Gareth James et. al. „An Introduction to Statistical Learning”, Springer, 2017 [5] Ian Goodfellow et. al. „Deep Learning”, MIT Press, 2016 [6] Aurélien Géron, „Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems”, 2nd Edition. O’Reilly, 2019 [7] Stuart Russell, Peter Nervi „Artificial Intelligence: A Modern Approach”, 3rd edition, Pearson, 2020

Wahlpflichtmodule

Schwerpunkt Kommunikationstechnik

Computer Netzwerke					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
CN 60630	240 h	8	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Standards, Protokolle und Leistungsbewertung		2 SV / 30 h 1 P/Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
	Netzbetrieb und -simulation		1 SV / 15 h 2 P / 30 h	25 h 50 h	30 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Nach Studium des ersten Teils verfügen die Studierenden über solide Kenntnisse der grundlegenden Internetprotokolle. Sie kennen Netzwerkarchitekturen und grundlegende Netzelemente, verstehen die netzbildenden Mechanismen - insbesondere Routingverfahren -, kennen einige der Protokollabläufe und einige der dabei auftretenden Effekte. Darüber hinaus kennen Sie einige spezielle Problemlagen und mögliche Herangehensweisen, insbesondere in den Bereichen Mobilität und Sicherheit. Über die Betrachtung bspw. von VoIP-Anwendungen kennen sie viele Aspekte moderner Netzwerke.</p> <p>Mit der Warteschlangentheorie und dem Network Calculus kennen die Studierenden zudem einige theoretische Hintergründe von Quality-of-Services und von Leistungsbewertungen; auch einige theoretische Grundlagen von Sicherheitsmechanismen sind ihnen bekannt.</p> <p>Nach dem Studium des zweiten Teils haben die Studierenden einige praktische Fähigkeiten zum Betrieb und zur Untersuchung von Netzen gewonnen. Sie sind fähig, Netzelemente aufzusetzen, indem die erforderlichen Dienste parametrisiert und die Abläufe gesteuert werden. Sie können Protokollabläufe beobachten, analysieren und Schlüsse ziehen. Sie können Netzelemente und Netze emulieren, ggf. mit realen Netzen und Netzelementen verbinden und Leistungsparameter beobachten.</p> <p>Zudem sind die Studierenden fähig, Protokoll- und Netzwerkprobleme auf Simulationen abzubilden, Simulationskampagnen zu organisieren und Simulationsergebnisse zu analysieren.</p> <p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, selbstständig Aufgabenstellungen an Computernetzen zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und zu implementieren.</p>				

<p>3</p>	<p>Inhalte</p> <p>Protokollschichtenmodelle, Adressierungen, Netzwerkschicht und -protokolle IPv4 & v6, Transportschicht und -protokolle UDP, TCP, TCP auf fehleranfälligen Kanälen, (evtl. SCTP) Netzarchitektur und Infrastrukturprotokolle, R/ARP, ICMP, Link-State-/Distance-Vector-Routing und -effekte, Exterior-/Interior Gateway Protokolle (BGP, RIP, OSPF), Multicasting, DHCP, DNS Sicherheitsaspekt (Authentifizierung, Autorisierung, etc.), a-/symmetrische Verschlüsselung, Diffie-Hellman-Verfahren, RSA, Hashes (MD5), SSL/TLS</p> <p>VLAN, VPN, NAT, MobilIP, IPSec, Agentensysteme, Diameter/Radius</p> <p>Applikationen: VoIP und Netzelemente(-rollen), RTP/RTCP, QoS, Int-/DiffServ, RSVP/COPS, (evtl. MPLS), SIP, Sicherheit mit SRTP, SIPS, SIP Digest</p> <p>Applikationen: Messaging per Queues und Publish/Subscribe</p> <p>Grundlagen der Warteschlangentheorie (Verteilungen, PASTA, Verlust-, Warte- und Verlust&Wartesysteme), offene und geschlossene Netze von Warteschlangen, MVA, Network Calculus (deterministisch, evtl. stochastisch)</p> <p>Omnet++ und Erweiterungen (insbes. INET), Simulationskettenaufbau und -parametrierung, Datenbankbindung zur Simulations- und Ergebnisorganisation und -dokumentation, Verkehrsmodellierung und -generation</p> <p>Emulation umfassenderer, Linux-basierter Netzelemente und deren Vernetzung, Netzdefinition, Parametrierung der grundlegenden Netzwerkdienste (Iptables, routed, etc.), Applikationsdienste und Verkehrsgeneration, Monitoring (Wireshark), Messung von Performance und Qualitätsparametern, Auswertung</p> <p>Integration physikalischer Netzelemente und Netze mit Simulations- und Emulationsumgebungen</p> <p>Zu Beginn der Veranstaltung legen die Studierenden gemeinsam mit dem Dozenten Schwerpunkte im umfangreichen Stoffangebot fest.</p>
<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <p>Seminaristische Veranstaltung: Theorievermittlung durch Vorlesung und Übung. Begleitend angeleitetes selbstständiges Erarbeiten von Teilaspekten durch die Studierenden, ggf. mit Vorträgen und Demonstrationen. Das Konzept der Veranstaltung beruht auf der unmittelbaren Umsetzung und Eigenerfahrung des Lehrstoffs in begleitenden praktischen Übungen und Experimenten oder Kleinprojekten.</p>
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>

6	Prüfungsformen Modulprüfung Computer Netzwerke: Klausur (120 min.) oder mündliche Prüfung (45 min.)/Hausarbeit
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur [1] <aktuelle Beiträge aus Fachpublikationen> [2] RFCs [3] jeweilige Protokoll- und Tooldokumentationen [4] Internetworking with TCP/IP Vol.1 (D.E. Comer, Prentice Hall) [5] SIP, TCP/IP und Telekommunikationsnetze (U. Trick, Oldenbourg)

Cyber Security A					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
CYS A 60636	120 h	4	1.-3. Semester	Blockwoche im Wintersemester	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Cyber Security A		40 h + 20 h (Vor- und Nachbereitung)	60 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	The Cybersecurity Essentials course develops foundational understanding of cybersecurity and how it relates to information and network security. The course introduces students to characteristics of cyber crime, security principles, technologies and procedures to defend networks. Through interactive, multimedia content, lab activities, and multi-industry case studies, students build technical and professional skills to pursue careers in cybersecurity.				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Learn procedures to implement data confidentiality, integrity, availability and security controls on networks, servers and applications. • Understand security principles and how to develop security policies that comply with cybersecurity laws. • Apply skills through practice, using labs and Cisco Packet Tracer (https://www.netacad.com/about-networking-academy/packet-tracer/) activities. • Get immediate feedback on your work through built-in quizzes and tests. • Connect with the global Cisco Networking Academy community. 				
4	Lehrformen				
	Lehrvortrag / Übung und Selbststudium				
	Sprache				
	- Unterricht: deutsch (mit englischsprachigen Materialien)				
	- Prüfung: englisch, deutsch				
	- Literatur: englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal:	Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Cyber Security A</i> oder <i>Cyber Security B</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen.			
	Inhaltlich:	keine			

6	Prüfungsformen Modulprüfung Cyber Security A: Einreichung von Aufgabenlösungen und Abschlusstest
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Fristgerechte Einreichung von Aufgaben, regelmäßige Teilnahme, Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur Material wird zur Blockwoche zur Verfügung gestellt.

Cyber Security B					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
CYS B 60668	180 h	6	1.-3. Semester	Blockwoche im Wintersemester	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen Cyber Security B (mit Cisco-Zertifikat)		Kontaktzeit 40 h + 20 h (Vor- und Nachbereitung)	Selbststudium 120 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen The Cybersecurity Essentials course develops foundational understanding of cybersecurity and how it relates to information and network security. The course introduces students to characteristics of cyber crime, security principles, technologies and procedures to defend networks. Through interactive, multimedia content, lab activities, and multi-industry case studies, students build technical and professional skills to pursue careers in cybersecurity.				
3	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Learn procedures to implement data confidentiality, integrity, availability and security controls on networks, servers and applications. • Understand security principles and how to develop security policies that comply with cybersecurity laws. • Apply skills through practice, using labs and Cisco Packet Tracer (https://www.netacad.com/about-networking-academy/packet-tracer/) activities. • Get immediate feedback on your work through built-in quizzes and tests. • Connect with the global Cisco Networking Academy community. 				
4	Lehrformen Lehrvortrag / Übung und Selbststudium Sprache - Unterricht: deutsch (mit englischsprachigen Materialien) - Prüfung: englisch, deutsch - Literatur: englisch Ein Kapitel zur Eigenbearbeitung wird freigeschaltet. Außerdem erhalten die Studierenden darüber hinaus eine Zusatzaufgabe.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Cyber Security A</i> oder <i>Cyber Security B</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen. Inhaltlich: keine				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Cyber Security B: Einreichung von Aufgabenlösungen und Abschlusstest
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Fristgerechte Einreichung von Aufgaben, regelmäßige Teilnahme, Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 6/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur Material wird zur Blockwoche zur Verfügung gestellt.

Digital Transmission Systems					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DTS 60669	120 h	4	2.-3. Semester	Blockwoche im Wintersemester	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Digital Transmission Systems		5 Tage à 2x4 h	80 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Kommunikationstechnik. Sie kennen die grundsätzlichen Netzstrukturen und Netzelemente von Kommunikationssystemen. Sie kennen wesentliche Dienste und Protokolle, die im OSI Modell positioniert sind. Sie verfügen über das Grundlagenwissen der Signal- und Systemtheorie. Die Betrachtung von diskreten Signalen und Systemen in Zeit- und Frequenzbereich und deren grundsätzlichen Eigenschaften sind ihnen bekannt.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften physikalischer Übertragungsmedien und Leitungen • Unidirektionale und bidirektionale Übertragung • Synchrone und paketorientierte Datenübertragung • Signalquantisierung und Signalkodierung in der Sprachübertragung • Eigenschaften von Übertragungssystemen T- und S-Parameter • Digitale Übertragungsverfahren für Sprache und Daten • Digitale Modulationsverfahren • Digitalfilter zur Impulsformung, Entzerrung und Bandbegrenzung • IP basierte Systeme mit TCP- und UDP-Protokoll • Dienstqualität von Übertragungssystemen (Rechtzeitigkeit, Realzeitforderungen) • Kommunikationssysteme mit SIP und RTP • Digitale Pegel und Dämpfungen in Sprachkommunikationssystemen • Anwendungsbeispiele • IT-Security-Aspekte 				
4	Lehrformen				
	<p>- Vorbereitung (Literaturrecherche) - Online Kurs Java (Selbststudium) + ggf. Tutorial (Web chat) - Präsenzphase: 1 Woche (40 h Kontaktzeit)</p> <p>Sprache</p> <p>- Vorlesung/Seminar: deutsch/englisch - Laborübung: deutsch/englisch - Prüfung: deutsch/englisch - Literatur: deutsch/englisch</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Das Pflichtmodul Kommunikationstechnik sollte bestanden sein.</p>				

6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Digital Transmission Systems: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold Lehrbeauftragte/r: M.Eng. Markus Kuller, M.Eng. Jörg Bauer</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, Signale und Systeme, VCH Verlag, ISBN 3-527-28433-8 [2] H. W. Schüßler: Netzwerke, Signale und Systeme I, ISBN 978-3540529873 [3] H. W. Schüßler: Netzwerke, Signale und Systeme II, ISBN 978-3540545132 [4] K. D. Kammeyer: Digitale Signalverarbeitung, 9. Auflage, ISBN 978-3658201340 [5] Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Prentice Hall/Pearson, ISBN 3-8273-7011-6 [6] Alan B. Johnston, SIP- understanding the Session Initiation Protocol, Artech House, ISBN 1-58053-655-7 [7] Colin Perkins, RTP- Audio and Video for the Internet, Addison Wesley, ISBN 0-67232-249-8</p>

Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DSN 60216	120 h	4	2.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Drahtlose Sensor-/ Aktornetzwerke		3 SV / 45 h	75 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen wesentliche Aspekte drahtloser Netzwerke, speziell von Sensornetzwerken: Multi-Hop- und Ad-Hoc-Verbindungen, Entwurfsprinzipien wie verteilte Organisation, Adaptivität, Datenzentrität und Entwurfsziele wie Energieeffizienz, Skalierbarkeit und Robustheit.</p> <p>Sie kennen die daraus erwachsenden Problemstellungen auf den Schichten 1-4 und einige Lösungsansätze. Sie kennen insbesondere Probleme und Lösungen bei der Lokalisierung, bei der Topologiekontrolle, beim Routing, bei der Einbindung in oder Anbindung an übergeordnete Netze wie bspw. das Internet und bei der Beachtung von Sicherheitsaspekten. Basierend auf den Kenntnissen der Grundlagenveranstaltung haben Sie weitergehende Kenntnisse der theoretischen Hintergründe erworben, bspw. bei der Analyse von Zugriffsverfahren und der Beschreibung von Phasenübergangsphänomenen.</p> <p>Die Studierenden haben praktische Erfahrungen im Aufbau, in der Durchführung und in der Auswertung von Simulationen und im praktischen Umgang mit entsprechenden Werkzeugen wie Simulationsumgebungen, Datenbanksystemen, Berechnungs- und Visualisierungsprogrammen.</p> <p>Sie haben bei der Implementierung einiger Beispiele praktische Erfahrungen beim Umgang mit Hardware und beim Umgang mit Entwurfswerkzeugen gewonnen.</p> <p>Bei der Bearbeitung aktueller wissenschaftlicher Literatur zu einigen Aspekten des Themengebiets haben die Studierenden ihr theoretisches Basiswissen und -verständnis erprobt sowie ihre Problemlösungs- und Teamfähigkeit und ihre Präsentationstechnik weiter verbessert.</p>				

<p>3</p>	<p>Inhalte</p> <p>Vielfachzugriffsverfahren, spezielle Eigenschaften des Funkkanals: Low-Duty-Cycle-, Wettbewerbs- und Zuteilungsverfahren, Analyse von und Verfahren zu Hidden-, Exposed-Nodes und Capture-Effekt</p> <p>ARQ- und FEC-Verfahren, BER/PER-Verhalten, Rahmengrößenoptimierung</p> <p>Netzwerktopologien – flach, Cluster- und Backbone-Netzwerke – und Topologie- und Aktivitätskontrollverfahren. Phasenübergangsphänomene am Beispiel von Coverage und Connectivity</p> <p>Routingverfahren: Flooding, Distance-Vector- und Link-State-Verfahren, Verfahren mit Ortsinformationen</p> <p>Transportverfahren: TCP-Probleme in drahtlosen Netzwerken, TCP-Abwandlungen, spezielle Transprotokolle</p> <p>WLAN/WPAN-Standards 802.11, 802.15.1, 802.15.4, 6loWPAN, ZigBee</p> <p>Betriebssysteme für Sensorknoten</p> <p>Beispiele für komplette Netzwerkstrukturen: Thread/OpenThread, ZigBee-Public-Profile</p> <p>Simulationsumgebungen Omnet++ und NS-2/3, Datenbankbindung, Berechnungs- und Auswerteprogramme Matlab und R</p>
<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <p>Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungen und Übungen, Referate und praktische Übungen.</p>
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Das Modul Kommunikationstechnik (KT) sollte bestanden sein.</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer</p>

11

Literatur

Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Elektromagnetische Feldsimulation					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
EFS 60631	120 h	4	2.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Elektromagnetische Feldsimulation		2 SV / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden verfügen über theoretische und praktische Kenntnisse beim Einsatz von EM Simulationsprogrammen zur Berechnung von dreidimensionalen Strukturen.				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der elektromagnetischen Feldtheorie (Maxwellsche Gleichungen) - Numerische Lösungsverfahren (Finite-Elemente Methode, Finite Differenzen im Zeitbereich, Momentenmethode) - Einführung in den praktischen Umgang mit einem professionellen EM Simulator - Untersuchung von Anwendungsbeispielen (mit theoretischen Hintergründen) u. a. aus den Bereichen: Hochfrequenztechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit, Elektrotechnik 				
4	Lehrformen				
	Seminaristische Veranstaltung, Simulationsrechnungen				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal: keine Inhaltlich: Das Modul Theoretische Elektrotechnik (TET) sollte bestanden sein.				
6	Prüfungsformen				
	Modulprüfung Elektromagnetische Feldsimulation: Semesterbegleitende Prüfung in Form eines Projektes mit einer Präsentation				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				
	gemäß Katalog der Ruhr Master School				
9	Stellenwert der Note für die Endnote				
	4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r				
	Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Frank Gustrau hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Frank Gustrau				

11

Literatur

- [1] Frank Gustrau, Dirk Manteuffel: EM Modeling of RF Components and Wireless Communication Systems, Springer, 2006
- [2] Nathan Ida: Engineering Electromagnetics, Springer, 2007
- [3] John Daniel Kraus, Daniel A. Fleisch: Electromagnetics with Applications, McGraw-Hill, 1998
- [4] Daniel G. Swanson, Wolfgang J. R. Hoefer: Microwave Circuit Modeling Using Electromagnetic Field Simulation, Artech House, 2003

Gebäudekommunikations- und -managementsysteme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
GKS 60632	120 h	4	2.-3. Semester	Blockwoche	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen Gebäudekommunikations- und -managementsysteme		Kontaktzeit 5 Tage à 2x4 h	Selbststudium 80 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Den Studierenden sind an Hand verschiedener Kommunikationssysteme der Haus- und Gebäudeautomation die Arbeitsweise eines Protokollstacks für alle implementierten Schichten sowohl theoretisch, als auch praktisch geläufig. Dadurch werden sie später in der Lage sein, Kommunikationssysteme allgemein, aber auch in der Automationstechnik richtig planen, implementieren und benutzen zu können.				
3	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung des Verständnisses des ISO/OSI-Basisreferenzmodells und des Aufbaus eines Protokollstacks - Umsetzung von Pflichtenheft-Vorgaben in Projektierung und Implementierung anhand von praktischen Aufgaben im Labor - Fehlersuche und Analyse von Kommunikationssystemen - Implementierung und Anwendung des EIB/KNX-Protokollstacks in den Schichten 1 bis 4 und 7 des ISO/OSI-Basis-Referenzmodells - Implementierung und Anwendung des LonWorks-Protokollstacks in den Schichten 1 bis 7 des ISO/OSI-Basis-Referenzmodells - Implementierung und Anwendung des BACnet-Protokollstacks in den Schichten 1 bis 7 des ISO/OSI-Basis-Referenzmodells - Projektierung und Realisierung eines LON-Projektes im Labor - Messungen und Analysen an den in der Vorlesung behandelten Bussystemen - Vergleich mit anderen Bussystemen in der Automationstechnik 				
4	Lehrformen Im Rahmen der seminaristischen Veranstaltung erarbeiten die Studierenden einen Teil der Inhalte der Veranstaltung selbst und präsentieren auch diese Ergebnisse ihren Kommilitonen. Das bereits vorhandene theoretische Wissen wird durch die praktischen Versuche erweitert und vertieft.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Das Modul Kommunikationstechnik (KT) sollte bestanden sein.				

6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Gebäudekommunikations- und –managementsysteme: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: N.N. hauptamtlich Lehrende/r: N.N.</p> <p>Das Modul soll durch einen noch zu benennenden Lehrbeauftragten gelesen werden.</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Dietrich et al., EIB – Gebäudebussystem [2] EIBA, Handbuch Gebäudesystemtechnik – Grundlagen [3] EIBA, Handbuch Gebäudesystemtechnik – Anwendungen [4] Leidenroth, EIB-Anwenderhandbuch [5] GNI-Handbuch der Raumautomation [6] Dietrich et al., LON-Technologie [7] LNO, LonWorks-Installationshandbuch [8] Fischer et al., LonWorks-Planerhandbuch [9] Kabitzsch et al., LonWorks - Gewerkeübergreifende Systeme [10] Tiersch, Die LonWorks-Technologie [11] DIN EN ISO 16484, Teil 3, Teil 5 und Teil 6 [12] DIN EN 14908, Teil 1 bis 6 [13] DIN EN 13321, Teil 1 und Teil 2 [14] BACnet 2011, Broschüre Nr. 112, AMEV [15] BACnet Prüfliste für AMEV-Testate [16] Merz, Hansemann, Hübner: Gebäudeautomation – Kommunikationssysteme mit EIB/KNX, LON und BACnet [17] Kranz: BACnet Gebäudeautomation 1.12 [18] Tiersch, Kuhles: BACnet und BACnet/IP - Wie funktioniert das? [19] Newman: BACnet</p>

Intelligente Energie Netze					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IEN 60672	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Intelligente Netze		3 SV / 45 h	75 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden beherrschen die Grundlagen von verteilten IKT-Systemen und Datenbanken mit IoT- und Cloud-Komponenten. Sie kennen cloud-basierte-Systeme und Smart-Grid/Smart-Building-Anwendungen, z.B. im Energieversorgungsnetz.</p> <p>Die Architekturen sicherer Systeme mit Zertifikaten im Internet, die Vertraulichkeit, Integrität und Datenschutz sicherstellen sind ihnen bekannt.</p> <p>Middleware-Konzepte von IoT-Systemen mit Smart Metering und Feldbussystemen, deren Hardwarearchitektur und exemplarische relevante Protokolle werden von ihnen beherrscht.</p> <p>Die Studierenden haben Konzepte für neue Geschäftsmodelle auf der Basis intelligenter cloud-basierter Netze kennen gelernt. Kostenstrukturen, Funktionen und Marktmechanismen des regulierten und nicht regulierten Energiemarktes sind ihnen vertraut.</p> <p>Sie sind in der Lage die gesetzlichen Sicherheits- und IT-Anforderungen an einen Kraftwerksbetreiber, Netzbetreiber, externen Marktteilnehmer sowie Messdienstleister zu beachten. Die aktuellen Schutzprofile des BSI zum Smart Metering sind bekannt.</p> <p>Sie sind mit den nationalen und europäischen Konzepten von Smart Grids vertraut.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> - gesetzliche Anforderungen als Basis für Smart Grids - Grundprinzipien sicherer vertraulicher authentifizierter und integrierter IP-Systeme - Kommunikationsstandards und Übertragungsverfahren - Standardprotokolle und Protokollanalysetools - Inhouse-Bussysteme (z.B. M-Bus, LON, KNX, Zigbee) - Architektur sicherer IP-basierter Netze und Kommunikationssysteme - IKT-Modell im intelligenten Energieversorgungsnetz - Smart Grid Akteure und deren Aufgaben - Kommunikationsinfrastruktur in intelligenten Energieversorgungsnetzen - Smart Metering mit elektronischen Zähleinrichtungen und Gateways - Auswertung von Smart Metering Daten - Bedarfs-, Erzeugungs- und Konsumprognose, Energiebilanz - Schnittstellen und Kommunikation mit Komponenten der Inhouse-Automation - Informations- und Kommunikationstechnik in Smart Grids - Systemplattformen / Energiemarktplätze 				
4	Lehrformen				
	Seminaristische Veranstaltung				

5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Intelligente Energie Netze: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Laskowski hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Michael Laskowski</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Gesetzestexte, Normen und Standards</p>

Interaktions- und Visualisierungssysteme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IVS 60634	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Interaktions- und Visualisierungssysteme		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen einige grundlegende Datenverarbeitungsverfahren, • wissen Daten zu formatieren, zu übertragen und zu speichern, • kennen Möglichkeiten, Daten prototypisch, in eigenständigen Applikationen und webbasiert zu visualisieren und die Interaktion des Nutzers mit der Applikation bzw. der Systemkomponenten untereinander zu realisieren und zu organisieren. <p>Sie haben im praktischen Umgang Werkzeuge und Komponenten kennen- und einzusetzen gelernt.</p>				

<p>3</p>	<p>Inhalte</p> <p>Schwerpunkt der Veranstaltung ist die Visualisierung von (Mess-)Daten und die Interaktion des Nutzers mit dem/n Applikations- bzw. System-Front-End(s). Damit verbunden ist auch die Betrachtung der Interaktionsorganisation von Systemkomponenten untereinander – bspw. die Verbindung von Sensor-/Aktuatorknoten, Datenhaltung, Datenverarbeitungsinstanzen und Front-Ends – und einiger Grundlagen aus dem Bereich der Datenanalyse und -verarbeitung.</p> <p>Die Einführung in Werkzeuge und Frameworks, der Umgang damit in Form praktischer Übungen und die selbstständige Auf- und Ausarbeitung einiger weiterführender Aspekte in Form von Referaten nimmt einigen Raum ein.</p> <p>Einige Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datenverarbeitungsverfahren (AR-, MA-, ARMA-, Bayes-Netze, Markow-Ketten, Autokovarianz/Periodogramm, Aliasing, Filterung, Konfidenzintervall, (Hypothesen-)Test, maschinelles Lernen) • Datenformatierung/-speicherung (XML, JSON, Datenbanken) • Anmerkungen zum Datentransport (Client/Server, Publish/Subscribe, Websockets, Netzwerkprotokolle und -schichten, Sicherheit) • Datenaufnahme- und verarbeitungswerkzeuge (LabVIEW, Matlab, R, (I)Python/Pandas) • Datenvisualisierungswerkzeuge (matplotlib, d3, highcharts, vtk) • Interaktionswerkzeuge / GUI (tkinter, QTDesigner) • Applikationen und Systemelemente (Eventbasierte Frameworks (twisted, node.js, jQuery), Webbasierend (Websocket-Server/Client/Frameworks)) • weitere Werkzeuge und Frameworks (bspw. Java/Eclipse/Vaadin) <p>Der Wahlpflichtcharakter der Veranstaltung gestattet in gemeinsamer Absprache die nötigen Schwerpunktsetzungen und Anpassungen bei der Stoffauswahl.</p>
<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <p>Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungen und Übungen, Referaten und praktischen Übungen.</p>
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung, Matlab und Programmierung</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Interaktions- und Visualisierungssysteme: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>

9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Mobile Kommunikationssysteme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
MKS 60637	120 h	4	2.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Zellulare Mobilfunksysteme, Workshop		3 SV / 45 h	75 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen die allgemeinen Prinzipien, Problemlagen und Lösungsansätze im Bereich des zellularen Mobilfunks, insbesondere die Orientierung an der möglichst effizienten Nutzung des Spektrums.</p> <p>Die Studierenden kennen einige Berechnungsmethoden und Planungsverfahren für zellulare Mobilfunksysteme und die betreffenden Spezifika der einzelnen Standards.</p> <p>Sie kennen einige Standards zellularer Mobilfunksysteme – GSM / GPRS, UMTS / HSPA, LTE, 5G – in unterschiedlicher Tiefe und verstehen die Systemgedanken, die zu den jeweiligen Lösungen geführt haben.</p> <p>Die Studierenden haben exemplarisch ein zellulares Mobilfunksystem selbst aufgebaut, in Betrieb genommen und dabei Erfahrungen beim Umgang mit den Hardware- und Softwarekomponenten, deren Zusammenspiel und beim Einsatz von Messmitteln gewonnen. Dabei und bei der selbstständigen Aufarbeitung der Literatur haben sie ihre Problemlösungs- und Teamfähigkeit und ihre Präsentationstechnik weiter gestärkt.</p>				

3	<p>Inhalte</p> <p>Wellenausbreitung und Kanalmodellierung, Vielfachzugriffs-, Multiplex- und Duplexverfahren, Orthogonalitätseigenschaften</p> <p>Zellulare Strukturen, SIR-Berechnungen, Kapazitätsabschätzung, Bündelgewinn, Sektorisierung, feste und dynamische / adaptive Kanalvergabeverfahren</p> <p>Berücksichtigung von Mobilität / Handover beim Radio-Ressource-Management. Struktur von Mobilteil und Kernnetz</p> <p>GSM mit physikalischen Kanälen / Burststrukturen, logischen Kanälen, Mehrfachrahmenstrukturen und den resultierenden Verzögerungszeiten und Datenraten</p> <p>Kombination von Leitungs- und Paketorientierung, GPRS mit Kanalbündelung / Kodierschemata, zusätzliche Netzelemente, EDGE, physikalische und logische Kanäle</p> <p>UMTS mit physikalischen, Transport- und logischen Kanälen, CDMA mit Soft- und Softer-Handover, Empfängerstrukturen (Rake), Power-Control und Systemkapazität, Flexibilisierung von Datenraten und Fehlerschutz, Diversitätsaspekte, Verbesserung der Datenraten durch HSPA, IP-Multimedia Subsystem</p> <p>LTE mit OFDM-Technik, variable Kanalbandbreiten und vereinfachte Kanalverzerrung, MIMO-Verfahren, Peak-to-Average-Problematik</p> <p>Praktischer Aufbau und Probetrieb eines zellularen Mobilfunksystems im Labormaßstab mit Betrachtung und Implementierung der notwendigen Teilkomponenten: SDR-basierte Basisstationen, SIM und Teilnehmerauthentifizierung, Vermittlungsstelle, Ressourcen- und Mobilitätsmanagement</p>
4	<p>Lehrformen</p> <p>Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungen und Übungen, Referate und praktische Übungen.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Das Modul Kommunikationstechnik (KT) sollte bestanden sein.</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Mobile Kommunikationssysteme: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Verteilte Energieinformationssysteme und -Anwendungen					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
VEA	120 h	4	1.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Verteilte Energieinformations-systeme und -Anwendungen		3 S / 45 h	75 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind vertraut mit IP-basierten verteilten Systemen zur Kommunikation, Steuerung und Regelung in der Energie- und Automatisierungstechnik.</p> <p>Sie sind vertraut mit Anforderungen an die Verarbeitung von Prozessdaten im Hinblick auf zeitliche Auflösung und Quantisierung sowie die Haltung der Daten in geeigneten Datenbanken.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage an technischen Modellen und Geschäftsmodellen von Energieinformationssystemen zu arbeiten.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Zunächst werden grundlegende Betrachtungen zu Anwendungen und Geschäftsmodellen von Energiesystemen durchgeführt sowie deren Management betrachtet.</p> <p>Insbesondere der Einfluss volatiler Systeme mit der Einspeisung regenerativer Energie wird betrachtet und der Zusammenhang zwischen Erzeugung-Speicherung-Verbrauch, Netzeigenschaften im Verteilnetz und intelligentem Netzmanagement wird erörtert.</p> <p>Es werden die kommunikationstechnischen Prozesse über verteilte IP basierte Systeme in lokalen und regionalen IP-Netzen, wie z.B. in Smart Buildings und Infrastrukturnetzen von Energieunternehmen betrachtet.</p> <p>Netztopologien für autonome/autarke IoT-Inselsysteme mit Anbindung an Cloud-Anwendungen werden diskutiert.</p> <p>Es werden Systemkomponenten, wie Frontends, Gateways, Firewalls, Controller, Sensoren und Aktoren sowie Datendanken und deren Interaktion betrachtet.</p> <p>Dabei wird die Smart-Metering Infrastruktur und deren Verwendung in Smart Buildings und dem Verteilnetz in Use Cases erörtert.</p> <p>Beispielhaft wird ein Modell zur zeitabhängigen Steuerung von Energieabnahmen (e-energy-Modell) für Privathaushalte und KMU betrachtet.</p>				
4	Lehrformen				
	Seminaristische Veranstaltung.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>				

6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Klausur oder mündliche Prüfung: Modulprüfung Verteilte Energieinformationssysteme und -Anwendungen</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Badach: Voice over IP - Die Technik: Grundlagen, Protokolle, Anwendungen, Migration, Sicherheit, Carl Hanser Verlag, ISBN 978-3446417724, 2009</p> <p>[2] U. Trick, F. Weber: SIP und Telekommunikationsnetze: Next Generation Networks und Multimedia over IP – konkret, Verlag: De Gruyter Oldenbourg, ISBN 978-3486778533, 2015</p> <p>[3] A. S. Tannenbaum: Computer Networks, Prentice Hall, ISBN 978-0132126953, 2010</p> <p>[4] L.L. Peterson, B.S. Davie: Computernetze - Eine systemorientierte Einführung, Dpunkt-Verlag, ISBN 978-3898644914, 2007</p> <p>[5] U. Großmann, I. Kunold et al.: Smart Energy-Tagungsbände, vwh-Verlag, www.vwh-verlag.de, 2010-2015</p> <p>[6] MySQL-Dokumentation: www.dev.mysql.com/doc</p> <p>[7] Linux-Dokumentation: www.linuxwiki.de/Linuxdokumentation</p> <p>[8] IETF-RFC: www.rfc-editor.org/</p> <p>[9] Herbert Schildt: C++: The Complete Reference, Mc Graw-Hill, 9.Auflage, ISBN 978-0072226805, 2002</p> <p>[10] Herbert Schildt: Java: The Complete Reference, Mc Graw-Hill, 9.Auflage, ISBN 978-0071808552, 2014</p>

Wahlpflichtmodule

Schwerpunkt Signalverarbeitung

Biomedical Signal Processing					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
BSP 60324	240 h	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Biomedical Signal Processing		4 SV / 60 h 2 P/Ü / 30 h	100 h 50 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen in der Erfassung, Verarbeitung und Analyse biomedizinischer Signale und sie können diese anwenden. Sie können geeignete Signalverarbeitungsmethoden auswählen und auf die gegebene Aufgabenstellung zielgerichtet anwenden. Dazu sind sie in der Lage, Signaleigenschaften sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich zu erkennen und zu benennen. Sie sind in der Lage Artefakte von normalem Verhalten unterscheiden zu können. Die Studierenden können nichtlineares oder zeitvariantes Systemverhalten beschreiben. Sie können beurteilen, in wie weit eine klassische Beschreibung mit linearen zeitinvarianten Ansätzen für eine realitätsnahe Modellierung ausreicht.</p> <p>Diese Beurteilung ist ein wesentliches Ergebnis, weil sich jede Ingenieurin und jeder Ingenieur im Bereich der Medizintechnik mit den Anforderungen an die Qualität gemäß des Medizinproduktegesetzes auseinandersetzen muss. Die Studierenden beherrschen unterschiedliche Methoden, um mit optimalem Aufwand eine geforderte Qualität zu erzielen und die Robustheit der Lösung auch unter der Variantenvielfalt von Biosignalen garantieren zu können. Die Studierenden sind aufgrund der ausgewählten Fallbeispiele zielgerichtet für diesen Arbeitsmarkt vorbereitet; sie beherrschen Signalverarbeitungsmethoden, die darüber hinaus für andere Branchen auch von Interesse sind.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Die besonderen Randbedingungen an eine Signalerfassung an Lebenden stellen den Ausgang dar. Anschließend werden reale Biosignale aufgenommen und mit mathematischen und signalverarbeitungstechnischen Methoden beschrieben. Hierzu zählt eine deterministische Formulierung und stochastische und/oder zeitvariante Anteile. Statistische Parameter (Erwartungswert und Varianz) werden erarbeitet. Die Betrachtung und Analyse wird auf den Frequenzbereich ausgeweitet. Der Einsatz einer schnellen Fourier-Transformation wird praktiziert und auf die Randbedingungen wird verwiesen. Anforderungen aus der Anwendung verlangen ggf. andere Werkzeuge zur Analyse. Hier wird insbesondere auf Wavelets eingegangen und diese angewendet. Verarbeitende Systeme für solche Biosignale (z.B. Digitalfilter) werden entworfen, wobei auch Phasenverschiebungen und Laufzeiten relevante Parameter darstellen. Mithilfe der Korrelation wird die Bestimmung von Laufzeitdifferenzen auf ein- und mehrkanalige Signale erweitert.</p> <p>Mit diesen Werkzeugen und Methoden werden unterschiedliche Biosignale verarbeitet, insbesondere EKG, EEG, EMG oder Drücke, Beschleunigungen für Bewegungsabläufe.</p>				

<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <p>Die mathematischen und theoretischen Lehrinhalte werden in Form einer Vorlesung vermittelt. Praktische Übungen mit realen Biosignalen vertiefen das Verständnis für die jeweilige Lösung. Zugleich werden die Theorie und Methoden in die konkrete Anwendung gebracht. Einzelne Aspekte werden von Studierenden selbstständig aufbereitet und präsentiert. Hierüber wird die thematische Vielfältigkeit verdeutlicht, wobei sich einzelne Studierende(ngruppen) in einer konkreten Thematik selbstständig vertiefen. Die vergebenen Themen werden ständig an aktuelle Entwicklungen oder Forschungsaufgaben angepasst.</p>
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Biomedical Signal Processing: Klausur (120 min.) oder mündliche Prüfung (45 min.)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und im Masterstudiengang Embedded Systems for Mechatronics als Modul Biomedical Systems mit Ergänzungen und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff
11	Literatur [1] Baura: System Theory and Practical Applications of Biomedical Signals [2] Böhme: Stochastische Signale mit Übungen und einem MATLAB-Praktikum [3] Bronzino: The Biomedical Engineering Handbook [4] Cerutti und Marchesi: Advanced Methods of Biomedical Signal Processing [5] Doblinger: MATLAB-Programmierung in der digitalen Signalverarbeitung [6] Durka: Matching Pursuit and Unification in EEG Analysis [7] Husar: Biosignalverarbeitung [8] King und Mody: Numerical and Statistical Methods for Bioengineering [9] Nait-Ali: Advanced Biosignal Processing [10] Northrop: Signals and Systems in Biomedical Engineering [11] Oppenheim, Schafer und Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung/Time-Discrete Signal Proc. [12] Papoulis: Signal Analysis [13] Semmlow: Signals and Systems for Bioengineers [14] Shiavi: Introduction to Applied Statistical Signal Analysis [15] Takada: Electromyography – New Developments, Procedures and Applications [16] Urkowitz : Signal Theory and Random Processes

Computer Vision					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
CV 60317	240 h	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Computer Vision		4 SV / 60 h 2 P/Ü / 30 h	100 h 50 h	30 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen Standards und Komponenten für Computer Vision Systeme, wie Kameras und Prozessorhardware und besitzen einen Überblick über gängige Algorithmen und Methoden.</p> <p>Sie können Bildverarbeitungswerkzeuge einsetzen und relevante Parameter an aktuelle Aufgabenstellungen adaptieren. Zudem können die Studierenden grundlegende Algorithmen auf low-level Ebene implementieren.</p> <p>Mit Werkzeugen wie MATLAB/Simulink oder anderen Toolboxes und Hochsprachen sind die Studierenden in der Lage, komplexere Computer Vision Aufgaben zu lösen.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Position and Orientation • Light and Color • Image Creation • Image Processing • Feature Extraction • Multiple Images • Project, Advanced Topics and Applications <ul style="list-style-type: none"> ○ Robotic Vision ○ Automotive Vision ○ Medical Vision ○ Embedded Vision 				
4	Lehrformen				
	<p>Die seminaristische Veranstaltung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. Gleichzeitig werden in vielfältigen Aufgabenstellungen die theoretischen Lehrinhalte vertieft und direkt am PC eingeübt.</p> <p>In einem Praxisprojekt werden die Studierenden in Kleingruppen zum Transferieren der erlernten Methoden auf neue Problemstellungen angeleitet. Hierbei bearbeiten die Studierenden selbstständig auch offene Fragestellungen im Sinne des project based learning.</p> <p>Das Vorlesungsmaterial ist in englischer Sprache ausgearbeitet und fördert somit die sprachliche Kompetenz der Studierenden.</p>				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: Ggf. Eingangstest wegen beschränkter Gruppengröße. Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Computer Vision</i> oder <i>Robotic Vision</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen.</p> <p>Inhaltlich: Lineare Algebra, Grundlegende Programmierkenntnisse und Englisch lesen/hören</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Computer Vision: Klausur (60 Minuten), Hausarbeit und Referat</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Embedded Systems for Mechatronics und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>$8/90 \times 60 \%$ (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] Szeliski: Computer Vision, Springer [2] Neumann: Bildverarbeitung für Einsteiger, Springer [3] Tönnies: Grundlagen der Bildverarbeitung, Pearson [4] Jähne: Digitale Bildverarbeitung, Springer [5] Corke: Robotics, Vision and Control, Springer [6] Kisacanin: Embedded Computer Vision, Springer [7] Gopi: Digital Signal Processing for Medical Imaging Using Matlab, Springer</p>

Digital Automation and Control					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DAC 60673	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Digital Automation and Control		2 SV / 30 h 1 P/Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden sind in der Lage Digitale Steuerungen und Regelungen zu entwerfen, zu dimensionieren und deren Verhalten zu simulieren. Sie sind in der Lage beispielhafte Digital-systeme im Labor mit Embedded Systems aufzubauen und charakteristische Messungen daran vorzunehmen sowie diese auszuwerten.				
3	Inhalte				
	Die Studierenden werden basierend auf den Verfahren für kontinuierliche Steuerungen und Regelungen mit dem Prinzip entsprechender Digitaler Systeme vertraut gemacht. Für Anwendungen in der Steuerungs- und Regelungstechnik werden eventbasierte und synchrone Abtastsysteme sowie die Wirkungsweise von Steuerungen und Digitalen Regelkreisen insbesondere bei Regelungen unter dem Aspekt der äquidistanten Abtastung und deren Eigenschaften sowie von Rechenzeiten betrachtet. Die Abtastsysteme werden im Zeitbereich sowie im Frequenz-Bereich auch mit Hilfe der bilinearen Transformation und der z-Transformation betrachtet. Die Stabilitätsbedingungen werden auf dieser Basis diskutiert.				
4	Lehrformen				
	Grundlegende Fachinhalte werden in Form von seminaristischen Vorlesungseinheiten vermittelt. Im Rahmen von Übungen im Labor werden entsprechende Simulationen durchgeführt (z.B. Matlab, Simulink...) und ggf. exemplarisch im Labor mit Embedded Systems messtechnisch untersucht.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal:	keine			
	Inhaltlich:	Grundlegende Kenntnisse in Signal- und Systemtheorie, Regelungstechnik kontinuierlicher Systeme			
6	Prüfungsformen				
	Modulprüfung Digital Automation and Control: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				
	gemäß Katalog der Ruhr Master School				

9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: N.N. hauptamtlich Lehrende/r: N.N.</p> <p>Das Modul soll durch einen noch zu benennenden Lehrbeauftragten gelesen werden.</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] O. Föllinger, Regelungstechnik, VDE Verlag 2016</p> <p>[2] J. Lunze, Regelungstechnik Bd. 1 – Systemtheoretische Grundlagen, Springer Verlag 2016, ISBN 978-3-662-52677-4, e-book: 978-3-662-52678-1</p> <p>[3] J. Lunze, Regelungstechnik Bd. 2 – Mehrgrößensysteme, Digitale Regelungen, Springer Verlag 2019, ISBN 978-3-662-60759-6, e-book: 978-3-662-60760-2</p> <p>[4] S.Zacher, M.Reuter, Regelungstechnik für Ingenieure, Springer Verlag 2017, ISBN 978-3-658-17631-0, e-book: 978-3-658-17632-7</p>

Digital Design Lab					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DDL 60666	120 h	4	1.-3. Semester	Blockwoche	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen Digital Design Lab		Kontaktzeit 5 Tage à 2x4 h	Selbststudium 80 h	Gruppengröße 10 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden erarbeiten sich durch die Durchführung acht aufeinander aufbauender Versuche selbstständig einen Einblick in moderne Methoden des digitalen Schaltungsentwurfs. Tutorials erklären die Syntax grundlegender Konstrukte der Hardwarebeschreibungssprache VHDL und die Verwendung von industrieller Entwurfssoftware für die Implementierung von Schaltungen auf einem konfigurierbaren FPGA Logikbaustein.				
3	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Hardwarebeschreibungssprache VHDL • Entwurfssoftware Vivado • Konfigurierbare Logikbausteine Xilinx 				
4	Lehrformen Praktikum Sprache - Unterricht: deutsch - Prüfung: deutsch - Literatur: deutsch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Digital Design Lab: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School				
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: N.N. hauptamtlich Lehrende/r: N.N. Das Modul soll durch einen noch zu benennenden Lehrbeauftragten gelesen werden.
11	Literatur [1] Reichhardt, Schwarz, VHDL-Synthese, Oldenbourg [2] Kesel, Bartholomäa, Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs, Oldenbourg

Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DSS 60641	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse		2 SV / 30 h 1 P/Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Anknüpfend an die bereits erworbenen Grundkenntnisse der Digitalen Signalverarbeitung verfügen die Studierenden über Kenntnisse und Fähigkeiten, vor dem Hintergrund Digitaler Kommunikationssysteme Digitale Signale zu gewinnen, zu verarbeiten, zu analysieren und zu generieren. Sie kennen verschiedene Möglichkeiten entsprechende Systeme zu entwerfen, zu simulieren und zu realisieren.</p> <p>Die Studierenden sind befähigt, selbstständig Aufgabenstellungen an die Signalverarbeitung auf den unteren Schichten eines Kommunikationssystems zu formulieren, zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und zielorientiert und effizient zu implementieren.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Beispiele für Übertragungsverfahren und -standards.</p> <p>Verfahren der Signalanalyse,- verarbeitung und -generierung.</p> <p>Grundlegende Algorithmen und deren effiziente Implementierung, bspw. Filter-/Korrelatoren, Matched Filter, FFT, Cordic Processor.</p> <p>Implementierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - auf Universalrechnern unter Verwendung von Matlab / Simulink i.V.m. Toolboxen und Blocksets, - auf SDR-Systemen i.V.m. SW-Plattformen für die Simulation und Implementierung, - hardwarenah auf FPGA und unter Verwendung der jeweiligen Entwicklungsumgebungen. <p>Schnittstellen zur analogen Systemumgebung und anderen (Netzwerk-)Instanzen, bspw. zu A/D- und D/A-Wandlern, zu systeminternen Bausteinen, zu TCP/IP-Gegenstellen.</p> <p>Organisation von Signal- und Kontrollfluss, bspw. serielle/parallele- und Pipeline-Verarbeitungsstrukturen, FSM, Verwendung von leichtgewichtigen Controllern, deren Peripherie und Betriebssysteme.</p> <p>Zu Beginn der Veranstaltung legen die Studierenden gemeinsam mit dem Dozenten Schwerpunkte im umfangreichen Stoffangebot fest, wobei aktuelle Entwicklungen aufgegriffen werden können und sollen.</p>				

4	<p>Lehrformen</p> <p>Seminaristische Veranstaltung: Theorievermittlung durch Vorlesung und Übung. Begleitend angeleitetes selbstständiges Erarbeiten von Teilaspekten durch die Studierenden. Das Konzept der Veranstaltung beruht auf der unmittelbaren Umsetzung und Eigenerfahrung des Lehrstoffs in begleitenden praktischen Übungen und Experimenten oder Kleinprojekten.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer, N.N.</p>
11	<p>Literatur</p> <p>wird während der Veranstaltung bekannt gegeben</p>

Embedded Systems					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ESY 60315	240 h	8	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Embedded Systems 1 - Embedded Hardware		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
	Embedded Systems 2 – Embedded Software		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen und verstehen die Vor- und Nachteile verschiedener Technologien und Hardware-Architekturen für eingebettete Systeme. Sie sind in der Lage, die Eigenschaften von unterschiedlichen Architekturen und Technologien bezüglich Leistungsfähigkeit und Ressourcenverbrauch zu beurteilen und zu optimieren. Sie kennen die grundlegenden Methoden zur Systembeschreibung und Modellierung eingebetteter Systeme. Sie lernen den Entwurfsprozess eingebetteter Systeme kennen. Die Studierenden kennen die grundsätzlichen Möglichkeiten, wie Hardware-Komponenten untereinander, miteinander und mit Software-Komponenten zusammenarbeiten.</p> <p>Die Studierenden kennen und verstehen die Aufgabe von Software in eingebetteten Systemen und deren Interaktion mit Hardware und der Umgebung eines eingebetteten Systems. Sie kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Software-Architekturen für eingebettete Systeme und können diese hinsichtlich von gegebenen Anwendungsanforderungen beurteilen. Sie können typische Techniken der Software-Entwicklung für eingebettete Systeme selbstständig anwenden. Sie kennen Möglichkeiten, um die Funktionsfähigkeit der Software durch Verifikations- und Simulationsmethoden sicherzustellen. Sie kennen die Anforderungen an und Eigenschaften von Echtzeitsystemen. Sie können die Rolle von Gerätetreibern in Systemen und deren Interaktion mit Betriebssystem, Anwendungssoftware und Hardware beurteilen.</p>				

3	<p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung und Spezifikation von Eingebetteten Systemen mit Automaten, Datenfluss-Modellen und Petri-Netzen • Parallele Rechnerarchitekturen und Spezialprozessoren • Eigenschaften und Funktionsweisen von Mikrocontrollern, FPGAs und ASICs • Aufbau und Architekturen von System-on-Chips • Logiksynthese, Schaltwerke und Zähler, Arithmetische Einheiten • RAM, ROM und Caches, Cache-Hierarchien • On-Chip Busse, Feldbusse und I/O-Schnittstellen, Anbindung von Sensoren und Aktoren • Software-Hardware-Schnittstellen und -Interaktion • Hardware-Software-Interaktion und -Schnittstellen • Bare-Metal-Software und Systeme mit Betriebssystem • Software-Entwicklung, Cross-Compiling • Simulation und Verifikation • Multitasking und Scheduling • Echtzeitsysteme und -anforderungen, Echtzeit-Betriebssysteme • Embedded Linux, Linux-Kernel-Architektur • Bootloader • Aufbau, Funktion und Entwicklung von Gerätetreibern
4	<p>Lehrformen</p> <p>Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung mit Praxisanteil.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Digitaltechnik und Mikroprozessortechnik und Betriebssystem-Architekturen, Grundlegende Programmierkenntnisse mit C</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Embedded Systems: Bewertete Übungen/Programmieraufgaben und Projektaufgabe mit mündlicher Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Als Pflichtmodule Embedded Systems 1 und Embedded Systems 2 im Masterstudiengang Informationstechnik</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle, N.N.
11	Literatur [1] Oliver Bringmann, Walter Lange, Martin Bogdan „Eingebettete Systeme: Entwurf, Modellierung und Synthese“, De Gruyter, 2018 [2] Rüdiger R. R. Asche „Embedded Controller: Grundlagen und praktische Umsetzung für industrielle Anwendungen“, Springer Vieweg, 2016 [3] Thomas Bräunl „Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems“ [4] Peter Marwedel „Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things“, 3 rd Edition, Springer, 2017 [5] John L. Hennessy, David A. Patterson „Computer Architecture: A Quantitative Approach“, Morgan Kaufman, 2017 [6] John L. Hennessy, David A. Patterson „Computer Organization and Design RISC-V Edition: The Hardware Software Interface“, Morgan Kaufman, 2017 [7] John Catsoulis „Designing Embedded Hardware“, 2 nd Edition, O'Reilly, 2005 [8] Marilyn Wolf „Embedded System Interfacing“, Morgan Kaufman, 2019 [9] Felix Hüning „Embedded Systems für IoT“, Springer Vieweg, 2018 [10] Ralf Jesse „Embedded Linux mit Raspberry Pi und Co.“ mitp Professional, 2016

Mikroelektronik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ME 60041	240 h	8	1.-3. Semester	-	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Mikroelektronik		4 V / 60 h 2 Ü / 30 h	100 h 50 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis der CMOS (Silizium)-Halbleitertechnologie als Basistechnologie der Kommunikationstechnik und der (digitalen) Signalverarbeitung. Sie kennen Fertigungsmethoden und Prozesse. Sie verfügen über die notwendigen halbleiterphysikalischen und schaltungstechnischen Grundlagen, kennen Entwicklungen, Möglichkeiten und Grenzen.</p> <p>Die Studierenden beherrschen Beurteilungskriterien für die Einsatzmöglichkeiten von Mikrosystemen und deren Grenzen, weil dieses Wissen nicht nur für den Entwickler von Mikrosystemen sondern auch für den Anwender notwendig ist, um zuverlässige Gesamtsysteme entwickeln zu können.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Grundlegende und aktuelle Fertigungstechniken und -prozesse für die Mikrosystemtechnik und deren Zusammenhang mit den Bauelementeigenschaften.</p> <p>Lithografie, Schichterzeugung, Schichtstrukturierung, Metallisierung, Ionenimplantation, Layout, Prozessarchitektur.</p> <p>Erweiterte Darstellung der halbleiterphysikalischen Grundlagen. Eigenschaften und Modelle von MOS-Transistoren, CMOS-Technologie, Fertigungsverfahren, CMOS-Fertigungsprozess mit Prozessergänzungen für Mixed Signal und MEMS Anwendungen.</p> <p>Grundlegende Schaltungstechnische Anwendungen und deren Eigenschaften.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>In der Vorlesung werden Methoden vorgestellt, die in der Übung anhand von Anwendungsbeispielen und Aufgabenstellungen vertieft und von den Studierenden selbstständig in kleinen Gruppen gelöst werden. Praktische Übungen im Labor zu Themen aus dem Bereich des CAD/CAE Mikroelektronische Schaltungen und Systeme ergänzen, soweit möglich, das Programm.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Mikroelektronik: Klausur (120 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Giebel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Thomas Giebel
11	Literatur [1] Cordes Waag, Heuck: Integrierte Schaltungen; Pearson [2] Giebel: Grundlagen der CMOS-Technologie; Teubner Verlag [3] B. Höflinge et. al.: Chips 2020; Springer [4] S. M. Sze: VLSI-Technologie; MacGraw Hill [5] Reisch: Halbleiter-Bauelemente; Springer [6] Widmann, Mader, Friedrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen [7] Schumicki, Seegebrecht: Prozesstechnologie; Springer

Signals and Systems for Automated Driving					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SSAD 10404	180 h	6	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Signals and Systems for Automated Driving		4 SWS / 60 h	120 h	25 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knows common driver assistance components and architectures • Knows basic signal processing algorithms for radars • Knows state estimation algorithms • Knows basics of related system engineering and norms <p>Skills</p> <ul style="list-style-type: none"> • Can develop tracking algorithms • Can develop radar signal processing algorithms • Can analyze requirements for subsystems of automated driving <p>Competence – attitude</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understands the challenges in the development of automated driving and can discuss with experts from different domains • Can lead development of subsystems for automated driving • Can lead system level tests for automated driving <p>Skills trained in this course: theoretical, practical and methodological skills.</p>				

<p>3</p>	<p>Inhalte</p> <p>Automated driving requires the use of a multitude of sensors, controllers and actuators installed on the vehicle. Additionally, vehicle to vehicle and vehicle to infrastructure communication will be necessary. This course gives an overview about technologies used for automated driving. It starts with an overview about current R&D trends and then covers several sensor technologies with a special focus upon radar. Students will learn basic principles of stochastic signal processing and its application to tracking and mapping. Motion models and vehicle control technologies will be discussed to gain further insight into requirements for sensors and algorithms. Additional focus of this course is on architectures and infrastructures for automated driving. This includes bus interfaces and SW architectures as well as the basic principles of systems engineering. ISO 26262 as well as legal frameworks and their application to automated driving will be discussed. In addition to the lecture, exercises and small projects give additional insight into the technologies and concepts introduced in this course.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Technology overview 2. Sensors 3. Signal processing 4. Actuators & Vehicle Control 5. System Architectures 6. System Engineering 7. ISO 26262 8. Legal frameworks
<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectures, Labs (with Matlab/Simulink) • Access to tools and tool tutorials • Access to recent research papers • Company visit
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: higher mathematics, programming, signal processing</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Signals and Systems for Automated Driving: Oral Exam (30 min.) at the end of the course (50%) and group work as homework (50%)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengänge Embedded Systems Engineering, Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>

9	Stellenwert der Note für die Endnote 6/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Andreas Becker hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Andreas Becker
11	Literatur [1] Winner et al., Handbook of Driver Assistance Systems, Springer reference, 2016 [2] Pebbles, Radar Principles, John Wiley & Sons, 1998 [3] Bar-Shalom et al., Estimation with Applications to Tracking and Navigation, John Wiley & Sons, 2001 [4] Maurer et al., Automotive Systems Engineering, Springer 2013

Wellendigitalfilter					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
WDF 60220	120 h	4	1.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Theorie der Wellendigitalfilter		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden sind für die Probleme sensibilisiert, die beim Umsetzen analoger Systeme in mathematische Modelle von 'Digitalfiltern' entstehen können. Sie beherrschen die Entwicklung digitaler Systeme mithilfe der Methoden der Wellendigitalfilter. Sie kennen die Vorteile gegenüber Standardentwurfsverfahren. Schaltungen mit einem nichtlinearen Bauelement können sie ebenso im Wellenbereich beschreiben.				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> Wellengrößen und Streuparameter bei analogen Schaltungen Adaptorkonzept der Wellendigitalfilter Umsetzung analoger linearer Systeme mit der WDF-Methode Erweiterung auf nichtlineare Bauelemente und ihrer Beschreibung im Wellenbereich Verzögerungsfreie gerichtete Schleifen, Auflösen impliziter Gleichungen Transformation von Übertragungseigenschaften Abgeleitete weitere Digitalfilterstrukturen und Vergleich miteinander Quantisierungseffekte, Stabilität, Passivität bei der Realisierung Maßnahmen zur Unterdrückung parasitärer Schwingungen Wellendigitalfilter in Brückenstruktur 				
4	Lehrformen				
	Vorlesung und Übungen.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Wellendigitalfilter</i> oder <i>Wellendigitalfilter 2</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen.</p> <p>Inhaltlich: keine</p>				
6	Prüfungsformen				
	Modulprüfung Wellendigitalfilter: Klausur (60 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Modulprüfung muss bestanden sein.				

8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff
11	Literatur [1] H. Wupper, Digitale Signalverarbeitung [2] A. Fettweis, Wave Digital Filters: Theory and Practice, Proc. IEEE [3] H. Götz, Einführung in die digitale Signalverarbeitung [4] L. Gaszi, Explicit formulars for lattice wave digital filters

Wellendigitalfilter 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
WDF2 60663	240 h	8	1.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Theorie der Wellendigitalfilter		2 V / 30 h	50 h	15 Studierende
	Hausarbeit		1 Ü / 15 h	25 h	15 Studierende
			-	120 h	1 Studierender
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind für die Probleme sensibilisiert, die beim Umsetzen analoger Systeme in mathematische Modelle von 'Digitalfiltern' entstehen können. Sie beherrschen die Entwicklung digitaler Systeme mithilfe der Methoden der Wellendigitalfilter. Sie kennen die Vorteile gegenüber Standardentwurfsverfahren. Schaltungen mit einem nichtlinearen Bauelement können sie ebenso im Wellenbereich beschreiben.</p> <p>Darüber hinaus haben sich die Studierenden jeweils mit einer konkreten Digitalisierung unter Anwendung der Wellendigitalfiltermethodik beschäftigt, so dass sie praktische Erfahrungen im Einsatz der Methode besitzen.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Wellengrößen und Streuparameter bei analogen Schaltungen • Adaptorkonzept der Wellendigitalfilter • Umsetzung analoger linearer Systeme mit der WDF-Methode • Erweiterung auf nichtlineare Bauelemente und ihrer Beschreibung im Wellenbereich • Verzögerungsfreie gerichtete Schleifen, Auflösen impliziter Gleichungen • Transformation von Übertragungseigenschaften • Abgeleitete weitere Digitalfilterstrukturen und Vergleich miteinander • Quantisierungseffekte, Stabilität, Passivität bei der Realisierung • Maßnahmen zur Unterdrückung parasitärer Schwingungen • Wellendigitalfilter in Brückenstruktur <p>Für die Hausarbeit wird eine Spezialthematik an jeden Studierenden ausgegeben, die auszuarbeiten und zu präsentieren ist. Die Themen werden aus aktuellen Fragestellungen generiert. Beispiele könnten ein: Filterbänke, Notch-Filter, Audio-Verzerrer, Echo-Effekte, Windkesselmodelle, lineare und nichtlineare Leitungsmodelle, Oszillatoren, chaotisches Verhalten</p>				
4	Lehrformen				
	Vorlesung, Übungen und Hausarbeit.				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Wellendigitalfilter</i> oder <i>Wellendigitalfilter 2</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen.</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Wellendigitalfilter 2: Klausur (60 min.) und Hausarbeit mit Vortrag und (Programm)Vorführung</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>$8/90 \times 60 \%$ (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] H. Wupper, Digitale Signalverarbeitung [2] A. Fettweis, Wave Digital Filters: Theory and Practice, Proc. IEEE [3] H. Götz, Einführung in die digitale Signalverarbeitung [4] L. Gaszi, Explicit formulsars for lattice wave digital filters [5] ausgewählte Spezialliteratur für die jeweilige Hausarbeit (plus eigene Recherche)</p>

Wahlpflichtmodule Schwerpunkt KI-Systeme

Advanced Robotic Vision					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ARV	240 h	8	2.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Advanced Robotic Vision		4 SV / 60 h 2 P/Ü / 30 h	100 h 50 h	30 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden besitzen ein tieferes Verständnis über Standards und Komponenten für Robotic Vision Systeme, wie Kameras, Prozessorhardware, Roboterkinematiken, Robotik-Software und deren Einsatz in vielfältigen Applikationen, wie der mobilen Robotik oder Medizinrobotik. Sie kennen relevante Computer Vision und Machine Learning Methoden für die Umfeldwahrnehmung von Robotik Systemen.</p> <p>Mit Werkzeugen wie MATLAB/Simulink oder anderen Toolboxes und Hochsprachen sind die Studierenden in der Lage, komplexere Algorithmen für Robotic Vision Aufgaben (auch auf Spezialhardware) zu implementieren.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Camera Calibration, 3D Vision • Image Analysis and Machine Learning • Object Classification and Detection • Visual Odometry (Measuring Motion) • Visual SLAM (Localization and Mapping) • Vision-based Robot Control • Dynamic of rigid objects • Simulation, Virtual Reality and Benchmarking • Tools and Frameworks (e.g. Robot Operating System) • Embedded Vision and Codegeneration • Robotic Vision Project (Examples) <ul style="list-style-type: none"> ○ Exploration, Search & Rescue ○ Medical Applications (e.g. Robotic Surgery) ○ Image-based Grasping ○ Scene Reconstruction and Representation ○ Mapping and Navigation 				
4	Lehrformen				
	<p>Theoriephase</p> <ul style="list-style-type: none"> • eLearning, Literatur • Übungen mit MATLAB <p>Case-Study oder Kombination mit Blockwoche</p> <ul style="list-style-type: none"> • selbstständiges Bearbeiten eines Projekts 				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: Ggf. Eingangstest wegen beschränkter Gruppengröße.</p> <p>Inhaltlich: Das Modul Robotic Vision sollte bestanden sein. Mathematik (insb. Lineare Algebra), Programmierung in MATLAB und Englisch lesen/hören</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Advanced Robotic Vision: Hausarbeit, Präsentation (Case-Study/Blockwoche) und mündliche Prüfung (Präsentation: 30 min. und mündliche Prüfung: 30 min.)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengänge Biomedizinische Informationstechnik, Embedded Systems Engineering und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] Szeliski: Computer Vision, Springer [2] Corke: Robotics, Vision and Control, Springer [3] Corke: Visual Control of Robots, Wiley [4] Gong et al: Advanced Image and Video Processing Using MATLAB, Springer</p>

Architekturen verteilter intelligenter Systeme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
AIS 60674	120 h	4	2.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Architekturen verteilter intelligenter Systeme		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind vertraut mit den Möglichkeiten zum Aufbau komplexer IoT-Systeme für eine gewerke- und domänenübergreifende Dienstenumgebung. Sie kennen die zu beachtenden Randbedingungen im Hinblick auf Reaktionszeiten und Dienstqualität insbesondere im Hinblick auf Synchronität, Rechtzeitigkeit und Gleichzeitigkeit. Sie sind in der Lage entsprechende Architekturen von verteilten Systemen und der erforderlichen Hardwarekomponenten zu definieren und die Kommunikationsmethoden anhand der Randbedingungen in Use Cases zu spezifizieren.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Ziel der Veranstaltung ist die Diskussion verschiedener verteilter IoT-Systemarchitekturen bestehend aus lokal arbeitenden realzeit- bzw. realzeitnahen Systemen und Cloud-Systemen. Diese Systeme werden in den Kontext einer Ende-zu-Ende-Kommunikation vom Sensor bis zum realisierten IoT-Dienst innerhalb einer lokalen bzw. einer cloudbasierten Dienstenumgebung gestellt.</p> <p>Dabei werden die unterschiedlichen Vernetzungsmethoden und -ebenen der Teilsysteme diskutiert. Als Anwendungsbeispiele werden z.B. Smart Home Systeme und Assistenzsysteme für unterschiedliche Domänen (z.B. Assistenz, Gesundheit, Energiemanagement, Mobilität, ...) im Rahmen der Digitalisierung betrachtet.</p> <p>Bestandteile der realzeitnahen IP-basierten Systeme können als embedded-KI-Subsysteme oder synchrone Abtastsysteme für digitale Messtechnik, Steuerungen und Regelungen ausgeführt sein.</p> <p>Es werden dabei sowohl constrained Devices als auch full function Devices und deren Einbindung unter dem Aspekt realzeitnaher Forderungen, wie Rechtzeitigkeit und Gleichzeitigkeit bezogen auf die Systemreaktion in lokalen und cloudbasierten Diensten unter QOS-Aspekten diskutiert.</p> <p>Grundsätzlich wird das IoT-Demonstrationssystem des IKT betrachtet, das aus 3 Grundkomponenten besteht, dem „Smart Device Controller“, dem „Smart Building Manager“ und dem „Smart Building Server“. Die Systeme arbeiten unter den Aspekten der IT-Security innerhalb einer vertrauenswürdigen Infrastruktur angelehnt an das BSI-Protection Profile.</p>				

4	<p>Lehrformen</p> <p>Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt und anhand von konkreten Use Cases im Labor untersucht. Hierbei werden gelehrt Inhalte in Form von Use Cases in kleinen Gruppen konzeptionell angewendet. Die erarbeiteten Lösungen werden unter Laborbedingungen untersucht und ausgewertet.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Pflichtvorlesungen Kommunikationstechnik und Signalverarbeitung, Kenntnisse von Betriebssystemen (Linux, RTOS), ISO/OSI-Schichtenmodell und IP- basierten Protokollen</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Architekturen verteilter intelligenter Systeme: Klausur (60 min.) oder Ausarbeitung und mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Prentice Hall/Pearson, ISBN 3-8273-7011-6</p> <p>[2] L. Peterson, R. Davis, Computernetze, dpunkt Lehrbuch, ISBN 978-3-89864-491-4</p> <p>[3] W. Böhmer, VPN-Virtual Private Networks, Hanser Verlag, ISBN 3-446-22930-2</p> <p>[4] Alan B. Johnston, SIP- understanding the Session Initiation Protocol, Artech House, ISBN 1-58053-655-7</p> <p>[5] Colin Perkins, RTP- Audio and Video for the Internet, Adison Wesley, ISBN 0672322498</p> <p>[6] A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, Signale und Systeme, VCH Verlag, ISBN 3-527-28433-8</p> <p>[7] I. Kunold, U. Großmann, Smart Energy and Systems 2019, VWH Verlag, ISBN 978-3-86488-159-6</p>

Automotive Systems					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ASY 60675	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Automotive Systems		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Ziel ist es den Studierenden ein Basiswissen über die Entwicklung von Steuergeräten der Automobilindustrie zu vermitteln. Dabei liegt der Schwerpunkt im Bereich Systeme für Autonomes Fahren. Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Anforderungsanalysen für Systeme im Bereich Autonomes Fahren durchzuführen und dabei Sicherheitsanforderungen sowie vorhandene Entwicklungsprozesse und SW-Architekturen zu beachten - Funktionale Anforderungen für Systeme des Autonomes Fahrens zu analysieren 				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> - Automotive-Softwareentwicklung und Systems Engineering <ul style="list-style-type: none"> o SPICE o Testing o SW Module Testing o V Model o FIT o Requirements management - SOTIF und Functional Safety <ul style="list-style-type: none"> o ISO26262 - Systemarchitekturen - AUTOSAR und adaptive AUTOSAR - Vernetzung und Fahrzeugkommunikation - Sensoren für Autonomes Fahren - Umfeldwahrnehmung und Pfadplanung 				
4	Lehrformen				
	<p>Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt. Hierbei werden gelehrt Inhalte abschnittsweise und unmittelbar in kleinen Gruppen geübt. Die erarbeiteten Lösungen werden im Praktikumsteil erprobt.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal:	keine			
	Inhaltlich:	Grundlagen der SW-Entwicklung, Statistik, Programmierkenntnisse (C++ sowie Matlab und/oder Python)			

6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Automotive Systems: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Embedded Systems for Mechatronics und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>$4/90 \times 60\%$ (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Andreas Becker hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Andreas Becker</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Maurer, Winner: Automotive Systems Engineering [2] Winner, Prokop, Maurer: Automotive Systems Engineering II [3] Winner, Hakuli, Lotz, Singer: Handbuch Fahrerassistenzsysteme</p>

Data Science und Softwareengineering 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DS1 106341	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Ausgewählte Methoden und IT-Technologien zu Data Science und Softwareengineering 1		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden erlangen Wissen zu ausgewählten Kapiteln aktueller Software-Systeme für den Einsatz im Bereich Data Science und Softwareengineering.</p> <p>Fach- und Methodenkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verstehen der Prinzipien, Muster und Aspekte von Softwarearchitekturen • Nachvollziehbares Beschreiben und Erläutern der enthaltenen Softwaremethoden • Dokumentieren und Bewerten der enthaltenen Softwaremethoden • Einordnen der betrachteten Methoden und Vorgehensmodelle • Erarbeiten eines aussagekräftigen Beispiels <p>Fachübergreifende Methodenkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Methodenkompetenz anhand aktueller Themenstellungen • Selbstständiges Erarbeiten neuer Themenstellungen • Erläuterung und Präsentation von neuen Themenstellungen <p>Sozialkompetenz:</p> <p>Die Inhalte werden in Form eines seminaristischen Unterrichts vermittelt. So sollen die Schlüsselkompetenzen Kommunikations- und Teamfähigkeit neben der gemeinsamen Präsentationstechnik geübt und die eigenständige Erarbeitung einer ausgewählten Themenstellung gestärkt werden.</p>				
3	<p>Inhalte</p> <p>Datenkompetenz umfasst die Fähigkeiten, Daten auf kritische Art und Weise zu sammeln, zu managen, zu bewerten und anzuwenden. Data Science gewinnt an Bedeutung durch die flächendeckende Vernetzung von Endgeräten - Internet of Things, Industrie 4.0, 5G-Vernetzung - und die damit einhergehende Verfügbarkeit von immensen Mengen an Mess-, Multimedia-, und Simulationsdaten. In Verbindung mit aktuellen Themen aus dem Softwareengineering werden diese Themen vorgestellt und dabei auf geeignete Vorgehensmodelle (Agile, Scrum Crisp-DM, u.a.) eingegangen.</p>				
4	<p>Lehrformen</p> <p>Die Inhalte werden in Form eines seminaristischen Unterrichts vermittelt. Hinzu kommen Übungsanteile zu den behandelten Themenstellungen aus dem seminaristischen Anteil, um bei allen Teilnehmenden diese Themenstellungen zu vertiefen. (vgl. flipped classroom, blended learning [2])</p>				

5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Data Science und Softwareengineering 1 Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Burkhard Igel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Burkhard Igel u.a.</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Gesellschaft für Informatik: White Paper zu „Data Literacy und Data Science Education: Digitale Kompetenzen in der Hochschulausbildung“ https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Aktionen/Data_Literacy/GI_DataScience_2018-04-20_FINAL.pdf zuletzt aufgerufen 4.2.2022</p> <p>[2] J. Zumbach, He. Astleitner; Effektives Lernen an der Hochschule: Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik, Kohlhammer Verlag 2016</p> <p>[3] Aktuelle Literatur je nach ausgewählten Themenstellungen</p>

Data Science und Softwareengineering 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DS2 106351	120 h	4	2.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Ausgewählte Methoden und IT-Technologien zu Data Science und Softwareengineering 2		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	<p>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden erlangen Wissen zu ausgewählten Kapiteln aktueller Software-Systeme für den Einsatz im Bereich Data Science und Softwareengineering und kennen wenn möglich bereits die Veranstaltung Data Science und Softwareengineering 1.</p> <p>Fach- und Methodenkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verstehen der Prinzipien, Muster und Aspekte von Softwarearchitekturen • Nachvollziehbares Beschreiben und Erläutern der enthaltenen Softwaremethoden • Dokumentieren und Bewerten der enthaltenen Softwaremethoden • Einordnen der betrachteten Methoden und Vorgehensmodelle • Erarbeiten eines aussagekräftigen Beispiels <p>Fachübergreifende Methodenkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Methodenkompetenz anhand aktueller Themenstellungen • Selbstständiges Erarbeiten neuer Themenstellungen • Erläuterung und Präsentation von neuen Themenstellungen <p>Sozialkompetenz:</p> <p>Die Inhalte werden in Form eines seminaristischen Unterrichts vermittelt. So sollen die Schlüsselkompetenzen Kommunikations- und Teamfähigkeit neben der gemeinsamen Präsentationstechnik geübt und die eigenständige Erarbeitung einer ausgewählten Themenstellung gestärkt werden.</p>				
3	<p>Inhalte</p> <p>Datenkompetenz umfasst die Fähigkeiten, Daten auf kritische Art und Weise zu sammeln, zu managen, zu bewerten und anzuwenden. Data Science gewinnt an Bedeutung durch die flächendeckende Vernetzung von Endgeräten - Internet of Things, Industrie 4.0, 5G-Vernetzung - und die damit einhergehende Verfügbarkeit von immensen Mengen an Mess-, Multimedia-, und Simulationsdaten. In Verbindung mit aktuellen Themen aus dem Softwareengineering und aufbauend auf Themen aus Data Science und Softwareengineering 1 werden diese Themen vorgestellt und dabei auf geeignete Vorgehensmodelle (Agile, Scrum Crisp-DM, u.a.) eingegangen.</p>				

4	<p>Lehrformen</p> <p>Die Inhalte werden in Form eines seminaristischen Unterrichts vermittelt. Hinzu kommen Übungsanteile zu den behandelten Themenstellungen aus dem seminaristischen Anteil, um bei allen Teilnehmenden diese Themenstellungen zu vertiefen. (vgl. flipped classroom, blended learning [2])</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: wünschenswert ist die Kenntnis der Veranstaltung Data Science und Softwareengineering 1</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Data Science und Softwareengineering 2 Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Burkhard Igel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Burkhard Igel u.a.</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Gesellschaft für Informatik: White Paper zu „Data Literacy und Data Science Education: Digitale Kompetenzen in der Hochschulausbildung“ https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Aktionen/Data_Literacy/GI_DataScience_2018-04-20_FINAL.pdf zuletzt aufgerufen 4.2.2022</p> <p>[2] J. Zumbach, He. Astleitner; Effektives Lernen an der Hochschule: Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik, Kohlhammer Verlag 2016</p> <p>[3] Aktuelle Literatur je nach ausgewählten Themenstellungen</p>

Embedded Systems for AI/ML					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ESA 60676	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Embedded Systems for AI/ML		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen und verstehen die besonderen Anforderungen an Systeme, welche Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) und insbesondere des Maschinellen Lernens (ML) implementieren, wenn diese in Form von Eingebetteten Systemen eingesetzt werden. Sie können die Anforderungen verschiedener Anwendungen einordnen, die Relevanz der Anforderungen hinsichtlich der Bedeutsamkeit für Eingebettete Systeme einschätzen und unterschiedliche Hardware-Lösungen hinsichtlich deren Eignung für die entsprechende Anwendung beurteilen.</p> <p>Die Studierenden können einfache KI/ML-Programme für ausgewählte Hardware-Technologien mit den entsprechenden Software-Tools entwerfen, umsetzen und hinsichtlich gegebener Anwendungsanforderungen auswerten und beurteilen.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an KI/ML-Hardware • Metriken zur Beurteilung verschiedener Hardware-Architekturen • Eigenschaften verschiedener Technologien und Hardware-Architekturen insbesondere für verschiedene Klassifikatoren • Datenabhängigkeiten und -flüsse in Neuronalen Netzen • Methoden zur Optimierung des Energieverbrauches • Effekte unterschiedlicher Architekturen auf Energieverbrauch und Verarbeitungsgeschwindigkeit • Einfluss von Quantisierung auf Energieverbrauch und Klassifikationsgenauigkeit • Methoden zur Co-Optimierung der Architektur zur Implementierung von Algorithmen und Hardware 				
4	Lehrformen				
	<p>Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt. Hierbei werden gelehrt Inhalte abschnittsweise und unmittelbar in kleinen Gruppen geübt. Die erarbeiteten Lösungen werden im Praktikumsteil erprobt. Abschluss bildet die eigenständige Durchführung eines Projektes mit Präsentation.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Modul KI-Systeme (KI) sollte bestanden sein oder parallel besucht werden. Modul Embedded Systems sollte bestanden sein oder parallel besucht werden.</p>				

6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Embedded Systems for AI/ML: Übungs-/Praktikumsaufgaben und Abschlussprojekt mit mündlicher Prüfung (30 min.):</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle, N.N.</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Richard Sutton, Andrew Barto „Reinforcement Learning – An introduction“, 2nd Edition, MIT Press, 2018</p> <p>[2] Laura Graesser „Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python“, Addison-Wesley, 2019</p> <p>[3] Maxim Lapan „Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods to practical problems of chatbots, robotics, discrete optimization, web automation, and more“, 2nd Edition, Packt Publishing, 2020</p>

Extended Reality					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
XR 106361	120 h	4	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Extended Reality		1 V/SV / 15 h 2 S/P / 30 h	25 h 50 h	16 Studierende 16 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>The students can explain Extended Reality (XR) terms, concepts and human perceptual aspects in a scientific way. They can differentiate instances of Extended Reality (XR), especially Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR). The students can prepare, present, analyze and evaluate selected scientific findings and insights. They can scientifically describe the functionality of the building blocks of an XR system. Moreover, they can classify and explain the role of these components in their interaction with users for generating immersive experience in a virtual or augmented world. The students can combine their knowledge with current scientific findings and insight and their background in informatics and programming to develop application concepts and prototypical XR applications.</p>				
3	Inhalt (Contents)				
	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction and differentiation • Extended Reality (XR) applications • Scientific work in the field of XR • Tracking • Aspects of human perception • XR input and output devices • Aspects of human-computer interaction 				
4	Lehrformen				
	<p>Die Vorlesung (V/SV) findet in seminaristischer Form mit Folienunterstützung statt. In dem Praktikum werden aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse analysiert, Vorträge vorbereitet und vorgetragen. Diese Erkenntnisse werden genutzt, um Anwendungskonzepte und prototypische Lösungen in Laboren oder Projekten umzusetzen.</p> <p>Zur Vertiefung der Lehrveranstaltung sind Exkursionen möglich.</p> <p>Sprache</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lehrveranstaltung: englisch, ggf. deutsche Anteile - Prüfung: englisch - Literatur: englisch 				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: Informatik-/Programmierkenntnisse, Interesse an der Extended Reality (XR), Nützlich sind Erfahrungen in der Modellierung in Blender, Maya o.ä. und der Entwicklung mit einer Spiel-Engine.</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Extended Reality: Hausarbeiten und Referate und projektbezogene Arbeiten</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Karsten Lehn hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Karsten Lehn</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] Jerald, Jason (2016). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality (Acm Books). Morgan & Claypool Publishers-Acm.</p> <p>[2] LaValle, Steven M. (2020). Virtual Reality. Als E-Book verfügbar unter http://lavalle.pl/vr/. Abruf 17.6.2021.</p> <p>[3] Schmalstieg, Dieter; Höllerer, Tobias (2016). Augmented Reality: Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley.</p> <p>Weiterführende Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.</p>

Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung (light)					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IB-light 106381	90 h	3	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Blockwoche
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Innovative Beleuchtungssysteme (IB-light)		40 h Präsenz 10 h online	20 h angeleitet 20h selbstgesteuert	12 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden besitzen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls das notwendige Wissen, Beleuchtungsszenarien nutzungsspezifisch zu beschreiben, technische Umsetzungen unter Berücksichtigung von Normen und Standards zu entwerfen sowie künstliche und natürliche Lichtquellen für verschiedene Beleuchtungsaufgaben auszuwählen und einzusetzen.</p> <p>Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Entwicklung von Beleuchtungssystemen, der Bewertung visueller Farbwahrnehmung und nichtvisuellen Lichtwirkungen, der semantischen Internet of Light Beschreibung von Licht (IoL) und Beleuchtungssituationen. Sie können lichttechnische Größen messtechnisch erfassen und auswerten. Sie besitzen die Fähigkeit mit der professionellen Lichtplanungs-Software DIALux Innenraum Beleuchtungssysteme hinsichtlich ökonomischer, ökologischer und ergonomischer Eignung zu planen und zu bewerten.</p> <p>Die Studierenden organisieren sich in ihrem Team und holen zielorientiert notwendige Informationen ein. Sie wenden personale Kompetenzen zur Kommunikation und Moderation, Problemlösung und Entscheidungsfindung an und können ihre Arbeitsergebnisse im Rahmen einer Präsentation vorstellen.</p>				

3	<p>Inhalte, fachlich</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlungs- und lichttechnische Grundlagen • Lichtmesstechnik • Grundlagen der Farbmeterik • Physiologie des Auges • Psychologie der Lichtwahrnehmung • Lichttechnische Berechnungen • Lichtquellen, Produktion und Zubehör • Konzepte für die Leuchtenelektronik • Entwärmung • Aktuelle Innovationen • Beleuchtung mit Tageslicht • Lichtsteuerungen • Semantische Beschreibung mit WoT und Interoperabilität • Smart Home Use Cases • Beleuchtungsanlagen im Innenraum • Beleuchtungsanlagen im öffentlichen Raum • Beleuchtungsplanung mit DIALux
3a	<p>Inhalte, fachübergreifend</p> <p>Zusammenstellen, Präsentieren und Bewerten von Arbeitsergebnissen. Durchführen, Protokollieren und Auswerten von Messungen, Team-/ Kommunikationsfähigkeit.</p>
4	<p>Lehrformen Präsenzzeit</p> <p>Seminar mit theoretischen und praktischen Übungen / 40 Std. in der Blockwoche</p>
4a	<p>Lehrformen Vorbereitungsphase</p> <p>Literatur-/Internetrecherche und Bearbeitung spezieller Fragen; Austausch über Lernplattform.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design und Digitalisierung (IB-light): Präsentation einer ausgewählten Projektaufgabe als Gesamtergebnis aus Vorbereitungsphase und Blockwoche in Einzel- oder 2er Teams; voraussichtlich am Ende der Blockwoche. Die Prüfung findet online statt.</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein: Präsenz in der Blockwoche und erfolgreiche Prüfungsleistung.</p>

8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengänge Systems Engineering in der Umwelt- und Gebäudetechnik (Westfälische Hochschule), Biomedizinische Informationstechnik (Fachhochschule Dortmund) und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>3/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Karin Kückelhaus, Prof. Dr. Ulrich Kuipers</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Baer, Barfuß, Seifert: Beleuchtungstechnik Grundlagen, Huss-Medien GmbH Verlag Technik Berlin</p> <p>[2] Ris, Hans Rudolf: Beleuchtungstechnik für Praktiker, VDE Verlag GmbH Berlin</p> <p>[3] Internetquellen (insb. zu DIALux)</p>

Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IB 106371	180 h	6	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Blockwoche
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Innovative Beleuchtungssysteme		40 h Präsenz 20 h online	40 h angeleitet 80h selbstgesteuert	12 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden besitzen nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls das notwendige Wissen, Beleuchtungsszenarien nutzungsspezifisch zu beschreiben, technische Umsetzungen unter Berücksichtigung von Normen und Standards zu entwerfen sowie künstliche und natürliche Lichtquellen für verschiedene Beleuchtungsaufgaben auszuwählen und einzusetzen.</p> <p>Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Entwicklung von Beleuchtungssystemen, der Bewertung visueller Farbwahrnehmung und nichtvisuellen Lichtwirkungen, der semantischen Internet of Light Beschreibung von Licht (IoL) und Beleuchtungssituationen. Sie können lichttechnische Größen messtechnisch erfassen und auswerten. Sie besitzen die Fähigkeit mit der professionellen Lichtplanungs-Software DIALux Innenraum Beleuchtungssysteme hinsichtlich ökonomischer, ökologischer und ergonomischer Eignung zu planen und zu bewerten.</p> <p>Die Studierenden organisieren sich in ihrem Team und holen zielorientiert notwendige Informationen ein. Sie wenden personale Kompetenzen zur Kommunikation und Moderation, Problemlösung und Entscheidungsfindung an und können ihre Arbeitsergebnisse im Rahmen einer Präsentation vorstellen.</p>				

3	<p>Inhalte, fachlich</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlungs- und lichttechnische Grundlagen • Lichtmesstechnik • Grundlagen der Farbmeterik • Physiologie des Auges • Psychologie der Lichtwahrnehmung • Lichttechnische Berechnungen • Lichtquellen, Produktion und Zubehör • Konzepte für die Leuchtenelektronik • Entwärmung • Aktuelle Innovationen • Beleuchtung mit Tageslicht • Lichtsteuerungen • Semantische Beschreibung mit WoT und Interoperabilität • Smart Home Use Cases • Beleuchtungsanlagen im Innenraum • Beleuchtungsanlagen im öffentlichen Raum • Beleuchtungsplanung mit DIALux
3a	<p>Inhalte, fachübergreifend</p> <p>Zusammenstellen, Präsentieren und Bewerten von Arbeitsergebnissen. Durchführen, Protokollieren und Auswerten von Messungen, Team-/ Kommunikationsfähigkeit.</p>
4	<p>Lehrformen Präsenzzeit</p> <p>Seminar mit theoretischen und praktischen Übungen / 40 Std. in der Blockwoche</p>
4a	<p>Lehrformen Vorbereitungsphase</p> <p>Literatur-/Internetrecherche und Bearbeitung spezieller Fragen; Austausch über Lernplattform.</p>
4b	<p>Lehrformen Nachbereitungsphase</p> <p>Ausgewähltes Projekt; Bearbeitung z.B. mit der Software DIALux, Modellentwicklung, Use Cases, Vortrag/Semesterarbeit.</p>
5	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>

<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design und Digitalisierung: Präsentation einer ausgewählten Projektaufgabe als Gesamtergebnis aus Vorbereitungsphase, Blockwoche und Nachbereitungsphase in Einzel- oder 2er Teams am Ende des Semesters. Die Prüfung findet online statt.</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein: Präsenz in der Blockwoche und erfolgreiche Umsetzung des ausgewählten Projektes.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengänge Systems Engineering in der Umwelt- und Gebäudetechnik (Westfälische Hochschule), Biomedizinische Informationstechnik (Fachhochschule Dortmund) und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>6/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Karin Kückelhaus, Prof. Dr. Ulrich Kuipers</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] Baer, Barfuß, Seifert: Beleuchtungstechnik Grundlagen, Huss-Medien GmbH Verlag Technik Berlin [2] Ris, Hans Rudolf: Beleuchtungstechnik für Praktiker, VDE Verlag GmbH Berlin [3] Internetquellen (insb. zu DIALux)</p>

Intelligente Sensoren und Aktoren					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ISA 60633	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Intelligente Sensoren und Aktoren		3 SV / 45 h	75 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage unterschiedliche Sensoren und Aktoren in ein Netzwerk einzubinden. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse der verfüg- bzw. einsetzbaren Protokolle und Übertragungswege.</p> <p>Sie haben die Fähigkeit Kommunikationsmechanismen zwischen Sensoren bzw. Aktoren und übergeordneten Instanzen zu definieren und zu realisieren. Insbesondere beherrschen Sie die Problematik fehlertoleranter Systeme. Sie haben darüber hinaus die Fähigkeit Anforderungen übergeordneter Systemkomponenten in ihre Betrachtungen einzubeziehen.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Im Rahmen der seminaristischen Veranstaltung wird zunächst die elektrische Anbindung bzw. Ansteuerung von Sensoren und Aktoren diskutiert. Hierbei werden insbesondere Möglichkeiten aufgezeigt, die gewonnenen Daten auf Plausibilität zu prüfen bzw. eine Verifikation der Funktionalität durchzuführen. In einem weiteren Schritt werden Übertragungsprotokolle zur Kommunikation mit übergeordneten Instanzen betrachtet sowie Auswahlkriterien und Anwendungsszenarien diskutiert. Eine wesentliche Komponente stellt die logische Einbindung der Einheiten in eine Systemarchitektur dar. Neben elementaren Algorithmen der Signalverarbeitung zur Datenaufbereitung werden auch unterschiedlichste Kommunikationsmechanismen betrachtet.</p> <p>Im praxisbezogenen Teil wird auf der Basis einer geeigneten Prozessorplattform ein Sensor-/Aktor-Modul entworfen und realisiert.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>In der seminaristischen Veranstaltung wird zunächst ein theoretisches Grundgerüst aufgebaut und durch praxisorientierte Übungen vertieft. Der praxisbezogene Anteil wird im Verlauf der Veranstaltung gesteigert.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal:	keine			
	Inhaltlich:	Grundlagenwissen aus den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik, Sensorik, Kommunikationsprotokolle und hardwarenaher Programmierung			

6	Prüfungsformen Modulprüfung Intelligente Sensoren und Aktoren: Hausarbeit mit Referat
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Reinhard Scholz hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Reinhard Scholz
11	Literatur [1] J. Göbel: Kommunikationstechnik [2] H. W. Schüßler: Netzwerke, Signale und Systeme I [3] H. W. Schüßler: Netzwerke, Signale und Systeme II [4] K. D. Kammeyer: Digitale Signalverarbeitung [5] F. Sichla: Schaltungssammlung Microcontroller und USB [6] E. Schiessle: Sensortechnik und Messwertaufnahme [7] W. D. Schmidt: Sensorschaltungstechnik

IoT Systems and Services					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IOT 60667	120 h	4	1.-3. Semester	Blockwoche im Sommersemester	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	IoT Systems and Services		5 Tage à 2x4 h	80 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Programmierung von Kommunikationssoftware in der Programmiersprache Java. Sie kennen Netzstrukturen und Netzelemente; sie kennen wesentliche Dienste und Protokolle, die im OSI Modell auf den Schichten 4-7 positioniert sind und vorzugsweise im Bereich Internet of Things verwendet werden; sie können Netzelemente so programmieren, dass Sie sich in ein Netzwerk einfügen und Sie kennen einige Werkzeuge und Frameworks aus dem Java und Eclipse IDE Umfeld und können Sie bei der Entwicklung einsetzen.</p>				
3	Inhalte				
	<p>IoT-Architekturen für intelligente Energieanwendungen, Gebäudeautomatisierung und AAL sowie Industrie 4.0-Anwendungen, Messwertübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systemarchitektur von IoT-Systemen; SEA-Smart Energy Architecture, SBA-Smart Building Architecture • Systemkomponenten, Betriebssystem, Software: embedded Linux, Objekte in Java, Protokolle und Methoden • Sicherheit, Vertraulichkeit und Integrität: Security by Design • Systemarchitektur von verteilten Systemen im Intranet/Internet im Bereich der Cyber-Physical- und Software-Defined-Systems: Demo System – Guided Autonomic Location • Anwendung von IoT Protokollen: bspw. RESTful Web Services, WebSocket, CoAP, MQTT, AMQP • Entwicklung und Implementierung von Microservices für sichere Cyber-Physical-System Architekturen auf Basis des Spring-Frameworks für Java Enterprise Anwendungen 				
4	Lehrformen				
	<p>- Vorbereitung (Literaturrecherche) - Online Kurs Java (Selbststudium) + ggf. Tutorial (Web chat) - Präsenzphase: 1 Woche (40 h Kontaktzeit)</p> <p>Sprache</p> <p>- Unterricht: deutsch - Prüfung: deutsch - Literatur: deutsch, englisch</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: keine Inhaltlich: keine</p>				

6	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung IoT Systems and Services: Präsentation am Ende der Blockwoche und semesterbegleitende Studienleistung und Ausarbeitung zum Semesterende</p>
7	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold Lehrbeauftragte/r: M.Eng. Markus Kuller</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Herbert Schildt: Java: A Beginner's Guide [2] Herbert Schildt: Java: The Complete Reference [3] https://www.lynda.com/de/Software-Development-tutorials/Willkommen-Java-lernen-Teil-1-Sprachkonzepte-objektorientierte-Programmierung/487548/487550-4.html</p>

Reinforcement Learning					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RL 60681	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Reinforcement Learning		Kontaktzeit 2 SV / 30 h 1 P / 15 h	Selbststudium 50 h 25 h	Gruppengröße 15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Konzepte und Herausforderungen des Reinforcement Learnings (RLs). Sie können die Anwendbarkeit von RL in verschiedenen Anwendungsszenarien beurteilen und die passenden Algorithmen konzipieren und analysieren. Sie können Agenten, die auf ausgewählten Methoden des RLs basieren, entwerfen und implementieren sowie für einfache Beispielprobleme anwenden. Darüber hinaus können die Studierenden das Verhalten der Agenten auswerten, beurteilen und Methoden zur Verbesserung planen.				
3	Inhalte <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Anwendungen des Reinforcement Learnings • Das Exploration vs. Exploitation-Dilemma • Markov Decision Problems • Dynamische Programmierung • Monte-Carlo-Methoden • Temporal-Difference Learning • On- und Off-Policy-Methoden • Eligibility Traces • Policy-Gradient-Methoden • Deep Reinforcement Learning • Anwendungen und Fallstudien 				
4	Lehrformen Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt. Hierbei werden gelehre Inhalte abschnittsweise und unmittelbar in kleinen Gruppen geübt. Die erarbeiteten Lösungen werden im Praktikumsteil erprobt. Abschluss bildet die eigenständige Durchführung eines Projektes mit Präsentation.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlegendes Verständnis von maschinellen Lernverfahren, wie es in KI-Systeme 1 oder 2 vermittelt wird. KI-Systeme 1 bzw. 2 können für den Erwerb dieser Kenntnisse auch parallel belegt werden.				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Reinforcement Learning: Übungs-/Praktikumsaufgaben und Abschlussprojekt mit mündlicher Prüfung (30 min.):
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle, N.N.
11	Literatur [1] Pete Warden, Daniel Situnayake „Tiny ML“, O’Reilly, 2020 [2] Vivienne Sze, Yu-Hsin Chen, Tien-Ju Yang, Joel S. Elmer „Efficient Processing of Deep Neural Networks“, Morgan & Claypool, 2020

Robotics					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RO 60123	240 h	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Robotics		4 SV / 60 h 2 P/Ü / 30 h	100 h 50 h	30 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden kennen die grundlegenden Roboter-Arten und deren Komponenten, wie Antriebe, Sensorik, Effektor und Steuereinheit. Sie besitzen einen Überblick über wichtige mathematische Zusammenhänge und Methoden zur Berechnung von Bewegungsabläufen in verschiedenen Koordinatensystemen.</p> <p>Sie können Roboter-Softwaretools einsetzen und relevante Parameter an aktuelle Aufgabenstellungen adaptieren. Mit Werkzeugen wie MATLAB/Simulink oder anderen Toolboxen und Hochsprachen sind die Studierenden in der Lage, komplexere Robotik Aufgaben zu lösen.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Robotics • Position and Rotation 2D/3D • Paths and Trajectories • Measuring Motion • Robot Arms and Forward Kinematics • Robot Kinematics and Motion • Inverse Kinematics and Robot Motion • Robot Velocity in 2D • Motion in 3D • Robot Joint Control • Rigid Body Dynamics • Future of Robots • Robotic Project 				
4	Lehrformen				
	<p>Die seminaristische Veranstaltung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. Gleichzeitig werden in vielfältigen Aufgabenstellungen die theoretischen Lehrinhalte vertieft und direkt am PC eingeübt.</p> <p>In einem Praxisprojekt werden die Studierenden in Kleingruppen zum Transferieren der erlernten Methoden auf neue Problemstellungen angeleitet. Hierbei bearbeiten die Studierenden selbstständig auch offene Fragestellungen im Sinne des project based learning.</p> <p>Das Vorlesungsmaterial ist in englischer Sprache ausgearbeitet und fördert somit die sprachliche Kompetenz der Studierenden.</p>				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: Ggf. Eingangstest wegen beschränkter Gruppengröße. Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Robotics</i> oder <i>Robotic Vision</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen.</p> <p>Inhaltlich: Lineare Algebra, Grundlegende Programmierkenntnisse und Englisch lesen/hören</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Robotics: Klausur (60 Minuten), Hausarbeit und Referat</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>8/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] Corke: Robotics, Vision and Control, Springer [2] Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bd. 1+2, Vieweg [3] Hoffman: MATLAB und SIMULINK, Addison-Wesley</p>

Robotic Vision					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RV 60680	240 h	8	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Robotic Vision		4 SV / 60 h 2 P/Ü / 30 h	100 h 50 h	30 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden besitzen einen Überblick über Standards und Komponenten für Robotic Vision Systeme, wie Kameras, Prozessorhardware, Roboterkinematiken und deren Einsatz in der Biomedizintechnik und Medizinrobotik. Sie kennen relevante Methoden der Bildverarbeitung zur Regelung von Robotern und können Bewegungsabläufe in verschiedenen Koordinatensystemen berechnen.</p> <p>Mit Werkzeugen wie MATLAB/Simulink oder anderen Toolboxes und Hochsprachen sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Algorithmen auf low-level Ebene zu implementieren und komplexere Robotic Vision Aufgaben auf Spezialhardware zu lösen.</p>				
3	Inhalte				
	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Robotic Vision • 2D and 3D Geometry • Camera Calibration • Feature Extraction • 3D Vision • Paths and Trajectories • Robot Kinematics and Motion • Vision-based Robot Control • Robotic Vision Project (Beispiele) <ul style="list-style-type: none"> ○ Robotic Surgery ○ 3D-Endoscopy ○ Image-based Grasping ○ Scene Reconstruction ○ Mapping and Navigation 				
4	Lehrformen				
	<p>Die seminaristische Veranstaltung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. Gleichzeitig werden in vielfältigen Aufgabenstellungen die theoretischen Lehrinhalte vertieft und direkt am PC eingeübt.</p> <p>In einem Praxisprojekt werden die Studierenden in Kleingruppen zum Transferieren der erlernten Methoden auf neue Problemstellungen angeleitet. Hierbei bearbeiten die Studierenden selbstständig auch offene Fragestellungen im Sinne des project based learning. Das Vorlesungsmaterial ist in englischer Sprache ausgearbeitet und fördert somit die sprachliche Kompetenz der Studierenden.</p>				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: Ggf. Eingangstest wegen beschränkter Gruppengröße. Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Robotics</i> oder <i>Robotic Vision</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen. Die Zulassung zu einer der Wahlpflichtmodulprüfungen <i>Computer Vision</i> oder <i>Robotic Vision</i> ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Wahlpflichtmodulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Wahlpflichtmodulprüfungen innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen.</p> <p>Inhaltlich: Lineare Algebra, Grundlegende Programmierkenntnisse und Englisch lesen/hören</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Robotic Vision: Hausarbeit, Präsentation (Case-Study/Blockwoche) und mündliche Prüfung (Präsentation: 30 min. und mündliche Prüfung: 30 min.)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>$8/90 \times 60 \%$ (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p> <p>[1] Jähne: Digitale Bildverarbeitung, Springer [2] Neumann: Bildverarbeitung für Einsteiger, Springer [3] Szeliski: Computer Vision, Springer [4] Corke: Robotics, Vision and Control, Springer</p>

Semantik und Datenmodelle					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SDM 60678	120 h	4	2.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Semantik und Datenmodelle		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden kennen die Methodik der semantischen Beschreibung von Daten und können die entsprechenden Bezüge bilden. Sie haben sich exemplarisch mit der abstrakten Beschreibung in Relation zu Ontologien befasst und deren Bedeutung für die semantische Beschreibung kennen gelernt. Sie haben den Zusammenhang zu den entsprechenden Datenmodellen hergestellt und haben sich im Labor in exemplarischen Anwendungen mit dem Device Data Modell vertraut gemacht.				
3	Inhalte				
	Die Studierenden werden mit den Grundprinzipien der semantischen Beschreibung von Daten als Basis für eine KI-basierte Dienstumgebung im IoT-Bereich vertraut. Sie lernen Ontologien (SAREF) und IoT-Schemata sowie das WoT-Konzept exemplarisch anhand von Beispielen des SENSE-WoT kennen und anzuwenden. In der Übung verwenden sie das semantische Datenmodell DeviceData und lernen so die semantische Beschreibung von IoT-Komponenten im Smart Home exemplarisch anhand von Use Cases kennen. Im Labor arbeiten sie an Beispielapplikationen mit REST-Schnittstellen, z.B. der Verwendung eines Digitalen Zwillings für das Smart Home auf der Basis von Device Data und SENSE WoT und wenden dabei das Linked Data Konzept sowohl hinsichtlich der semantischen Beschreibung als auch der Lenkung der Datenströme an.				
4	Lehrformen				
	Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt. Hierbei werden gelehrte Inhalte in kleinen Gruppen geübt. Die erarbeiteten Lösungen werden im Praktikumsteil im Labor an Live-Systemen untersucht.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal: keine				
	Inhaltlich: Kenntnisse der Vorlesung Kommunikationstechnik, Java-Kenntnisse				
6	Prüfungsformen				
	Modulprüfung Semantik und Datenmodelle: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Modulprüfung muss bestanden sein.				

8	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
9	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
10	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Hendrik Wöhrle</p>
11	<p>Literatur</p> <p>[1] Erbs, Karczewski, Schestag, Datenbanken: Datenmodelle, Objekte, WWW, XML, VDE Verlag, ISBN 978-3800727216</p> <p>[2] Graeme Simson: Data Modeling. Theory and practice. Technics Publications, 2007, ISBN 978-0-9771400-1-5</p> <p>[3] Java Semantic Web Framework, https://jena.apache.org, Apache Software Foundation</p> <p>[4] SAREF- Smart Applications Reference ontology, https://saref.etsi.org/index.html, ETSI</p> <p>[5] ETSI TS 103 264, https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103200_103299/103264/03.01.01_60/ts_103264v030101p.pdf</p> <p>[6] Web of Things, W3C Recommendation , https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/</p> <p>[7] Web Things API, Mozilla, W3C unofficial Draft, https://iot.mozilla.org/wot/</p> <p>[8] I. Kunold, U. Großmann, Smart Energy and Systems 2019, VWH Verlag, ISBN 978-3-86488-159-6</p>

Statistik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
STA 11012	120 h	4	1.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Statistik		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse über statistische Verteilungen und dem Wahrscheinlichkeitskonzept • Verfügt über Kenntnisse grundlegender statistischer Konzepte zur Beschreibung von Unsicherheit und Voreingenommenheit • Kann die Konzepte Signifikanztest und p-Wert erläutern • Kenntnisse über klinisch relevante Studiendesigns, wie zum Beispiel experimentelle und beobachtende Designs, einschließlich methodischer Stärken und Schwächen • Kann ein Statistikprogramm verwenden • Kann eine Reihe von Schätzungen mit zugehörigen statistischen Unsicherheiten für eine gemeinsame Schätzung zusammenfassen und die statistische Unsicherheit dieser Schätzung beschreiben • Kann Ergebnisse parametrischer und nicht parametrischer Regressions- und Korrelationsmethoden interpretieren • Kann die Konsequenzen der Auswahl statistischer Modelle diskutieren 				
3	Inhalte				
	Deskriptive Statistik Quantitative Statistik Grundlagen der Hypothesentests Parametrische Testkonzepte (t-Test, ANOVA, MANOVA, ANCOVA) und Nicht-Parametrische Testkonzepte (Kruskal-Wallis, Friedman-Test)				
4	Lehrformen				
	Die Vorlesung dient der Vermittlung theoretischer Grundlagen, die durch zahlreiche Beispiele und Aufgaben/Kontrollfragen mittels Matlab unterstützt wird. In dem seminaristischen Veranstaltungsanteil beschäftigen sich die Studierenden selbstständig mit der Lösung konkreter Aufgaben mittels Matlab, welche die theoretischen Lehrinhalte an praktischen Beispielen verdeutlichen.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal: keine Inhaltlich: Programmierkenntnisse, z.B. Matlab und Grundlagen der Mathematik				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Statistik: Klausur (60 Minuten), Hausarbeit und Referat
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Dipl.-Ing. Vincent Fleischhauer hauptamtlich Lehrende/r: Dipl.-Ing. Vincent Fleischhauer
11	Literatur [1] Statistics for Biomedical Engineers and Scientists: How to Visualize and Analyze Data (2019). King A and Eckersley R., Elsevier Academic Press , London, 1 st Edition Optional: [2] Computational Handbook of Statistics, Bruning JL und Kintz BL (Eds) Scott Foresman and Company. 4 th Edition

Wahlpflichtmodule Schlüsselqualifikationen

Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
NTG 60679	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	7 Präsenztage
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	fünftägige Summer School der RMS		35 h	73 h	
	zweitägige Fachtagung der RMS		12 h		
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden haben die Fähigkeit erworben, Fragestellungen zum Thema Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft aus dem ingenieurwissenschaftlichen Blickwinkel heraus zu beleuchten, zu diskutieren und in einem interdisziplinären Kontext zu bearbeiten. Sie sind in der Lage, einen Use Case im Rahmen ihres Studienschwerpunktes auszuarbeiten, der auch Sichtweisen unterschiedlicher Fachdisziplinen berücksichtigt, ihn adäquat darzustellen und zu erläutern.</p> <p>Durch die Teilnahme an einer RMS Fachkonferenz lernen die Studierenden aktuelle R+D-Projekte kennen, bekommen Einblicke in die Struktur und aktuelle Themen innerhalb ihres Fachgebiets, erwerben Kenntnisse über Abläufe und Funktionsweisen von Konferenzen sowie den Möglichkeiten zur Vernetzung und wissenschaftlichen Diskussion innerhalb der Fachgemeinschaft.</p>				
3	Inhalte				
	<p>In der RMS Summer School wird das Thema „Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft“ von unterschiedlichen, i.d.R. ingenieurwissenschaftlichen bzw. technischen, Fachdisziplinen aus den Bereichen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Smarte Systeme 2. Industrie 4.0 3. Digitalisierung 4. Energie 5. Modellbildung 6. Simulation <p>bearbeitet. Jeder Tag steht unter einem anderen Schwerpunktthema. Dabei werden aktuelle Trends in Technik und Gesellschaft in den Mittelpunkt gestellt. Die Vorträge über R+D-Projekte werden von Experten aus dem Lehr-, Forschungs- und Unternehmensumfeld gehalten und mit dem Plenum diskutiert.</p> <p>In unterschiedlichen Workshops können die Studierenden das erworbene Wissen anwenden. Das Format „Use Case-Entwicklung“ wird dazu genutzt, Rahmenbedingungen für ein – fiktives oder reales – Projekt zu erarbeiten sowie Anforderungsprofile und Lösungsansätze zu erstellen.</p> <p>Auf einer zweitägigen Fachkonferenz zu einem der o.g. Themenbereiche werden Einblicke in aktuelle Trends und Projekte in der Fachgemeinschaft gegeben.</p>				

<p>4</p>	<p>Lehrformen</p> <p>Die Summer School gliedert sich in zwei Lehrformen auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorträge von Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie sowie Diskussion • Workshops zur Vertiefung des erworbenen Wissens <p>Fachkonferenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissenschaftliche Vorträge • Fachdiskussionen
<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hausarbeit zu einem der o.g. Schwerpunktthemen mit Bezug auf ein Vortragsthema aus Summer School oder Fachkonferenz; auszuwählen in Absprache mit einer/m hauptamtlich Lehrenden (70% der Gesamtnote) 2. Mündliche Prüfung (30% der Gesamtnote)
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige, verpflichtende Teilnahmen an der RMS Summer School und der RMS Fachkonferenz • Modulprüfung muss bestanden sein
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>gemäß Katalog der Ruhr Master School</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold</p> <p>hauptamtlich Lehrende/r: RMS Direktor*innen bzw. Vertreter*innen</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p>

Projektmanagement und Projektplanung					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
PMP 60683	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Projektmanagement und Projektplanung		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden haben Methoden- und Schlüsselkompetenzen in der Planung, der Projektierung, der Projektsteuerung und dem Qualitätsmanagement sowie der Strukturierung von Projekten erworben. Sie beherrschen die Aufwandsabschätzung, Ressourcenplanung und Projektüberwachung unter Einsatz gängiger Tools.				
3	Inhalte Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studierenden Projekte zu planen, den Projektverlauf zu verfolgen, bei Abweichungen geeignet zu reagieren und Maßnahmen des Qualitätsmanagements anzuwenden.				
4	Lehrformen In Vorlesungen und Übungen werden die notwendigen Grundlagen zur Projektplanung vermittelt sowie eine Einweisung in die Verwendung eines Planungstools gegeben.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektmanagement und Projektplanung: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School				
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Laskowski Lehrbeauftragter: Prof. Dr. Michael Laskowski
11	Literatur [1] Microsoft Project 2013 - Das Profibuch, Microsoft Press

Qualitätsmanagement					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
QM 60625	120 h	4	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Qualitätsmanagement		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden haben Methoden- und Schlüsselkompetenzen im Qualitätsmanagement erworben.				
3	Inhalte Im Rahmen einer Vorlesung lernen die Studierenden die Grundlagen und die normativen Voraussetzungen sowie die speziellen Methoden, Werkzeuge, Systeme und Verfahren des Qualitätsmanagements anzuwenden.				
4	Lehrformen In Vorlesungen und Übungen werden die notwendigen Grundlagen zum Qualitätsmanagement vermittelt.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Qualitätsmanagement: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School				
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold Lehrbeauftragter: Prof. Dr. Michael Laskowski				
11	Literatur [1] Gerd F. Kamiske: „Handbuch QM-Methoden“; Hanser Verlag München 2012 [2] T. Pfeifer, R. Schmitt: „Masing – Handbuch Qualitätsmanagement“; Hanser Verlag München 2007				

Projektarbeiten und Thesis

Projektarbeit 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
PA 1 60721	180 h	6	1. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Projektarbeit 1		30 h	150 h	5 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, eine begrenzte ingenieurwissenschaftliche Aufgabe aus dem gewählten Schwerpunkt weitgehend selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig in Theorie und Praxis erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierfür wenden sie die üblichen Methoden der Informationsbeschaffung an. Die Studierenden können im Team zusammenarbeiten, Vorgehensweisen und Arbeitsergebnisse abstimmen und diskutieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und die Vorgehensweise sowie die gewonnenen Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 1 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Informations- und Elektrotechnik festgelegt.</p> <p>Die Bearbeitung der Projektarbeit 1 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Projektarbeit 1 weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe statt. Vorzugsweise sind die Projektarbeiten mit größeren Projektthemen verknüpft, die von den Instituten oder Fachgruppen bearbeitet werden. So kann in den Laboren der Institute oder Fachgruppen mit jeweils unterschiedlichen Teilaufgaben in Projektteams gearbeitet werden.</p> <p>Die Projektarbeit 1 kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Institut oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	<p>Formal: keine</p> <p>Inhaltlich: keine</p>				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektdokumentation (70%) und Kolloquium (30%)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -
9	Stellenwert der Note für die Endnote 6/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informations- und Elektrotechnik
11	Literatur

Projektarbeit 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
PA 2 60722	180 h	6	2. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Projektarbeit 2		30 h	150 h	5 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, aufbauend auf die Projektarbeit 1 eine weitergehende Aufgabe aus dem gewählten Schwerpunkt weitgehend selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig in Theorie und Praxis erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierfür wenden sie gängige Methoden der Informationsbeschaffung an. Die Studierenden können im Team zusammenarbeiten, Vorgehensweisen und Arbeitsergebnisse abstimmen und diskutieren. Sie sind in der Lage ggf. an der weitergehenden Aufgabenstellung für andere Studierende mitzuwirken.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 2 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Informations- und Elektrotechnik festgelegt. Die Projektarbeit 2 soll möglichst inhaltlich auf die Projektarbeit 1 aufsetzen und das Aufgabengebiet erweitern.</p> <p>Die Bearbeitung der Projektarbeit 2 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Projektarbeit 2 weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe statt. Vorzugsweise sind die Projektarbeiten mit größeren Projektthemen verknüpft, die von den Instituten oder Fachgruppen bearbeitet werden. So kann in den Laboren der Institute oder Fachgruppen mit jeweils unterschiedlichen Teilaufgaben in Projektteams gearbeitet werden.</p> <p>Die Projektarbeit 2 kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Institut oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>				

<p>5</p>	<p>Teilnahmevoraussetzungen</p> <p>Formal: Die Zulassung zur Modulprüfung des Moduls „Projektarbeit 2“ setzt gemäß § 20 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik das Bestehen der Modulprüfung des Moduls „Projektarbeit 1“ voraus.</p> <p>Inhaltlich: keine</p>
<p>6</p>	<p>Prüfungsformen</p> <p>Modulprüfung Projektdokumentation (70%) und Kolloquium (30%)</p>
<p>7</p>	<p>Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p> <p>Modulprüfung muss bestanden sein.</p>
<p>8</p>	<p>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</p> <p>-</p>
<p>9</p>	<p>Stellenwert der Note für die Endnote</p> <p>6/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)</p>
<p>10</p>	<p>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</p> <p>Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle</p> <p>hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informations- und Elektrotechnik</p>
<p>11</p>	<p>Literatur</p>

Master-Studienarbeit					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
MSA 121-127	420 h	14	3. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Master-Studienarbeit		20 h	400 h	1 Studierende(r)
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, begrenzte ingenieurwissenschaftliche Aufgaben innerhalb des gewählten Schwerpunktes selbstständig und systematisch zu bearbeiten. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren, strukturieren und bearbeiten. Zur Erarbeitung der hierfür notwendigen Grundlagen, wenden sie die üblichen Methoden der Informationsbeschaffung, wie Literatur-, Internet- und Patentrecherche an.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu dokumentieren, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Das Thema und der Inhalt der Masterstudienarbeit wird in Absprache mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor des gewählten Schwerpunktes im Studiengang Informations- und Elektrotechnik festgelegt.</p> <p>Die Bearbeitung der Masterstudienarbeit umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Masterstudienarbeit weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Projektseminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe statt.</p> <p>Die Masterstudienarbeit kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Institut oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal:	siehe § 20 Abs. 4 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik			
	Inhaltlich:	keine			

6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektdokumentation
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -
9	Stellenwert der Note für die Endnote 14/90 x 60 % (gemäß § 34 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informations- und Elektrotechnik
11	Literatur

Thesis					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
MT 102	780 h	26	4. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Thesis		30 h	750 h	-
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	<p>Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Aufgaben der Informations- und Elektrotechnik selbstständig und systematisch zu lösen. Sie können eine gestellte technische Aufgabe eigenständig erfassen, abgrenzen und notwendige Aufgabenpakete zur Lösung des Problems identifizieren und bearbeiten. Hierbei wenden sie zur Erarbeitung der Grundlagen Methoden der Informationsbeschaffung durch Literatur-, Internet- und Patentrecherche an.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten zu planen, in Theorie und Praxis in Arbeitsschritte zu unterteilen, Teilaufgaben zu extrahieren und Vorgaben z.B. für Versuche und Realisierungen von Testumgebungen zu erstellen. Sie können weiterhin ihre Untersuchungen schriftlich aufbereiten, präsentieren und gewonnene Ergebnisse in der fachlichen Diskussion in Instituts- oder Fachgruppenseminaren vertreten.</p>				
3	Inhalte				
	<p>Das Thema und der Inhalt der Thesis wird in Absprache mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor des gewählten Schwerpunktes im Studiengang Informations- und Elektrotechnik festgelegt.</p> <p>Die Bearbeitung der Thesis umfasst die Lösung der gestellten Aufgabe und deren Dokumentation hinsichtlich der Vorgehensweise, der Randbedingungen und des erzielten Ergebnisses.</p>				
4	Lehrformen				
	<p>Die Studierenden bearbeiten die Themenstellung der Thesis weitgehend selbstständig und werden organisatorisch durch die Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeiter des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe unterstützt. Ergänzend finden regelmäßige Seminare mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor und den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Wissenschaftlichen Mitarbeitern des betreuenden Instituts oder der Fachgruppe statt.</p> <p>Die Thesis kann inhaltlich abgestimmt mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor in einem Institut oder einer Fachgruppe der Hochschule oder alternativ bei einem externen Industrieunternehmen durchgeführt werden.</p>				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal:	siehe § 28 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik			
	Inhaltlich:	keine			

6	Prüfungsformen Modulprüfung Projektdokumentation
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) -
9	Stellenwert der Note für die Endnote siehe § 34 Abs. 2 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik (Notengewicht: 30 %)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informations- und Elkektrotechnik
11	Literatur

Kolloquium					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KOLL 101	120 h	4	4. Semester	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Kolloquium		10 h	110 h	-
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden beherrschen Techniken zur Darstellung, Erläuterung und Verteidigung der erzielten Ergebnisse zu einem zuvor in Projektarbeiten und Thesis bearbeiteten komplexen Arbeitsgebiet innerhalb des gewählten Schwerpunktes.				
3	Inhalte				
	Ein thematisch abgegrenztes Aufgabengebiet der Informations- und Elektrotechnik wird mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden aufgearbeitet und präsentiert. Argumentationsketten für die gewählte Vorgehensweise und die inhaltliche Vorgehensweise bei der Bearbeitung werden gebildet.				
4	Lehrformen				
	Seminar				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal: siehe § 32 Abs. 2 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge der Fachhochschule Dortmund				
	Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen				
	Ausarbeitung einer Präsentation und mündliche Prüfung				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Mündliche Prüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				
	-				
9	Stellenwert der Note für die Endnote				
	siehe § 34 Abs. 2 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik (Notengewicht: 10 %)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informations- und Elektrotechnik
11	Literatur