

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. Hugues Tchouankem Sonnenstraße 96 44139 Dortmund Telefon: 0231 9112-8497 Telefax: - hugues.tchouankem@fh-dortmund.de
Bezeichnungen der Studiengänge:	Informationstechnik und Informationstechnik Teilzeitstudium
Fachwissenschaftliche Zuordnung	☐ Naturwissenschaften, Mathematik ☒ Ingenieurwissenschaften, Informatik ☐ Medizin, Pflege- und Gesundheitswissenschaften ☐ Sprach- und Kulturwissenschaften ☐ Sozial-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften ☐ Kunst, Musik, Design, Architektur
Regelstudienzeit in Semestern	4 (Vollzeit VZ) und 8 (Teilzeit TZ)
Abschlussgrad	Master of Science (M.Sc.)
Art der Studiengänge	☐ grundständig ☒ konsekutiv ☐ weiterbildend
Wann ist das Studienangebot angelaufen?	Wintersemester 2021/22
Studienform	☒ Vollzeit ☐ berufsbegleitend ☒ Teilzeit ☐ Fernstudium ☐ Dualer Studiengang ☐ sonstige: ...

Schwerpunkte	4
<i>Zuordnung der Wahlpflichtmodule zu den Schwerpunkten</i>	<i>5</i>
Pflichtmodule	7
<i>Höhere Mathematik 1</i>	<i>8</i>
<i>Höhere Mathematik 2</i>	<i>10</i>
<i>Theoretische Elektrotechnik 1</i>	<i>12</i>
<i>Theoretische Elektrotechnik 2</i>	<i>14</i>
<i>Kommunikationstechnik 1</i>	<i>16</i>
<i>Kommunikationstechnik 2</i>	<i>18</i>
<i>Digitale Signalverarbeitung 1</i>	<i>20</i>
<i>Digitale Signalverarbeitung 2</i>	<i>22</i>
<i>KI-Systeme 1</i>	<i>24</i>
<i>KI-Systeme 2</i>	<i>26</i>
<i>Embedded Systems 1</i>	<i>28</i>
<i>Embedded Systems 2</i>	<i>30</i>
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Kommunikationstechnik	32
<i>Computer Netzwerke 1</i>	<i>33</i>
<i>Computer Netzwerke 2</i>	<i>35</i>
<i>Cyber Security A</i>	<i>37</i>
<i>Cyber Security B</i>	<i>39</i>
<i>Digital Transmission Systems</i>	<i>41</i>
<i>Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke</i>	<i>43</i>
<i>Elektromagnetische Feldsimulation</i>	<i>45</i>
<i>Fahrzeugvernetzung – V2X</i>	<i>47</i>
<i>Gebäudekommunikations- und -managementsysteme</i>	<i>49</i>
<i>Interaktions- und Visualisierungssysteme</i>	<i>51</i>
<i>Service orientierte Anwendungen und Dienste</i>	<i>53</i>
<i>Mobile Kommunikationssysteme</i>	<i>55</i>
<i>Wireless Digital Communication</i>	<i>57</i>
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Digitale Signalverarbeitung	59
<i>Angewandte Biomechanische Messtechnik</i>	<i>60</i>
<i>Biomedical Signal Processing</i>	<i>62</i>
<i>Computer Vision</i>	<i>64</i>
<i>Digital Automation and Control</i>	<i>66</i>
<i>Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse</i>	<i>68</i>
<i>Neurotechnology and Brain-Computer Interfaces</i>	<i>70</i>
<i>Wellendigitalfilter</i>	<i>72</i>
<i>Wellendigitalfilter 2</i>	<i>74</i>
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt KI-Systeme	76
<i>Advanced Robotic Vision</i>	<i>77</i>
<i>Architekturen verteilter intelligenter Systeme</i>	<i>79</i>
<i>Data-driven Development</i>	<i>81</i>
<i>Data Science und Softwareengineering 1</i>	<i>83</i>
<i>Data Science und Softwareengineering 2</i>	<i>85</i>
<i>Embedded Systems for AI/ML</i>	<i>87</i>
<i>Extended Reality</i>	<i>89</i>
<i>Extended Reality 2</i>	<i>91</i>

<i>Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung (light)</i>	93
<i>Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung</i>	95
<i>Intelligente Energienetze</i>	97
<i>Intelligente Sensoren und Aktoren</i>	99
<i>IoT Systems and Services</i>	101
<i>Reinforcement Learning</i>	103
<i>Robotic Vision</i>	105
<i>Semantik und Datenmodelle</i>	107
<i>Statistik</i>	109
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Embedded Systems	111
<i>Automotive Systems</i>	112
<i>Digital Design Lab</i>	114
<i>Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs</i>	116
<i>Elektronik 1 in der Medizintechnik</i>	118
<i>Elektronik 2 in der Medizintechnik</i>	120
<i>Embedded Systems Hardware Design and Rapid Prototyping</i>	122
<i>Hardware-Software-CoDesign</i>	125
<i>Mikroelektronik</i>	127
<i>Radar Systems</i>	129
<i>Robotics</i>	131
<i>Signals and Systems for Automated Driving</i>	133
<i>Wearables</i>	135
Wahlpflichtmodule Schlüsselqualifikationen	137
<i>Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft</i>	138
<i>Projektmanagement und Projektplanung</i>	140
<i>Qualitätsmanagement</i>	141
Projektarbeiten und Thesis	142
<i>Projektarbeit 1</i>	143
<i>Projektarbeit 2</i>	145
<i>Master-Studienarbeit</i>	147
<i>Master-Thesis</i>	149
<i>Kolloquium</i>	151

Schwerpunkte

Zuordnung der Wahlpflichtmodule zu den Schwerpunkten

	KT	SV	KI-S	ES
Schwerpunkt Kommunikationstechnik (KT)				
Computer Netzwerke 1	X			
Computer Netzwerke 2	X			
Cyber Security A	X			
Cyber Security B	X			
Digital Transmission Systems	X			
Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke	X			
Elektromagnetische Feldsimulation	X			
Fahrzeugvernetzung - V2X	X			
Interaktions- und Visualisierungssysteme	X			
Mobile Kommunikationssysteme	X			
Service orientierte Anwendungen und Dienste	X		X	
Wireless Digital Communication	X	X		
Schwerpunkt Digitale Signalverarbeitung (SV)				
Angewandte Biomechanische Messtechnik	X	X	X	X
Biomedical Signal Processing		X		
Computer Vision		X		
Digital Automation and Control		X		
Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse		X		
Neurotechnology and Brain-Computer Interfaces	X	X	X	X
Wellendigitalfilter		X		
Wellendigitalfilter 2		X		
Schwerpunkt KI-Systeme (KI-S)				
Advanced Robotic Vision			X	
Architekturen verteilter intelligenter Systeme			X	
Data-driven Development			X	
Data Science und Softwareengineering 1	X		X	
Data Science und Softwareengineering 2	X		X	
Embedded Systems for AI/ML			X	
Extended Reality	X		X	
Extended Reality 2	X		X	
Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design und Digitalisierung (light)	X		X	
Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design und Digitalisierung	X		X	
Intelligente Energienetze			X	
Intelligente Sensoren und Aktoren			X	
IoT Systems and Services			X	
Reinforcement Learning			X	
Robotic Vision			X	
Semantik und Datenmodelle			X	
Statistik			X	

	KT	SV	KI-S	ES
Schwerpunkt Embedded Systems (ES)				
Automotive Systems				X
Digital Design Lab				X
Elektronik 1 in der Medizintechnik				X
Elektronik 2 in der Medizintechnik				X
Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs				X
Embedded Systems Hardware Design and Rapid Prototyping				X
Hardware-Software-CoDesign				X
Mikroelektronik				X
Radar Systems				X
Robotics				X
Signals and Systems for Automated Driving		X		X
Wearables				X
Schlüsselqualifikationen				
Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft	X	X	X	X
Projektmanagement und Projektplanung	X	X	X	X
Qualitätsmanagement	X	X	X	X

Pflichtmodule

Höhere Mathematik 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
HMA 1 106011	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Höhere Mathematik 1		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können mehrdimensionale Systeme beschreiben und Verfahren zur Optimierung anwenden sowie das erlernte theoretische Wissen praktisch anwenden. Für die Beschreibung von Systemen mit stochastischen und/oder deterministischen Eingangssignalen stehen den Studierenden zahlreiche theoretische Werkzeuge der höheren Mathematik zur Verfügung.				
3	Inhalte - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Zufallsvariablen, Verteilungen, Momente, Transformationen - Satz von Bayes - Grenzwertsätze - Markovketten - Schätzer - Vektoranalysis - Skalare Felder, Vektorfelder, Differentialoperatoren - Linien-, Oberflächen- und Volumenintegrale - Integralsätze - Approximation und Minimierung mehrdimensionaler Funktionen - Funktionentheorie - Komplexe Funktionen und deren Eigenschaften - Integralformeln - Differentialgleichungen - Gewöhnliche Differentialgleichungen - Partielle Differentialgleichungen - Lineare Differentialgleichungssysteme erster Ordnung - Numerische Mathematik - Vektor- und Matrizennormen - Lösung linearer Gleichungssysteme - Matrixzerlegung - Nichtlineare Optimierung				
4	Lehrformen Vorlesungen vermitteln die Grundlagen zur Beschreibung und Optimierung mehrdimensionaler Systeme mit deterministischen sowie stochastischen Ein- und Ausgangssignalen. 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 zur praktischen Anwendung der in den Vorlesungen vermittelten Inhalte.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Mathematik I + Mathematik II (aus Bachelorstudiengang)				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Höhere Mathematik 1: Klausur (60 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Günter Baszenski hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Günter Baszenski
11	Literatur [1] Böhme: Stochastische Signale [2] Burg, Haf, Meister, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure [3] Fritzsche, Grundkurs Funktionentheorie [4] Henze: Stochastik für Einsteiger [5] Huckle, Schneider: Numerische Methoden [6] Kroschel, Rigoll, Schuller: Statistische Informationstechnik [7] Papageorgiou, Leibold, Buss: Optimierung [8] Stein: Grundzüge der Nichtlinearen Optimierung [9] Strick: Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung

Höhere Mathematik 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
HMA 2 106021	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Höhere Mathematik 2		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Funktionentheorie und können Sie auf Problemstellungen der Informationstechnik anwenden. Sie können Verfahren der numerischen Mathematik insbesondere zur Beschreibung stochastischer Prozesse und Lösung von Differentialgleichungen anwenden. Mittels statistischer Verfahren können Sie Messreihen auswerten und statistische Schlüsse ziehen.				
3	Inhalte ○ Funktionentheorie: ○ Potenzreihen: $\exp(z)$, $\sin(z)$, ... ○ holomorphe (analytische) Funktionen ○ Kurven-Integrale ○ Laurent-Reihe/Residuensatz ○ konforme Abbildung ○ Funktionenräume ○ Stochastik: ○ Stochastische Prozesse im Zeit- und Spektralbereich ○ Transformation stochastischer Prozesse ○ Statistik: ○ Kenngrößen- und Maße ○ Zeitreihenanalyse ○ Regression und Korrelation ○ Schätz- und Testtheorie ○ Numerische Mathematik ○ Monte-Carlo-Simulationen ○ Wiener Filter, Kalman Filter ○ Partikelfilter ○ Approximation und Interpolation ○ Numerik partieller Differentialgleichungen				
4	Lehrformen Vorlesungen vermitteln die Grundlagen. Die Vermittlung der theoretischen Grundlagen wird durch zahlreiche Beispiele und Aufgaben/Kontrollfragen sowie Verwendung von Skriptsprachen (Python und/oder Matlab) unterstützt. In den Übungen beschäftigen sich die Studierenden selbstständig mit der Lösung von Aufgaben zur praktischen Anwendung der in den Vorlesungen vermittelten Inhalte.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Mathematik I + Mathematik II (aus Bachelorstudiengang)				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Höhere Mathematik 2: Klausur (60 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Wahlpflichtfachmodul im Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Günter Baszenski hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Günter Baszenski
11	Literatur [1] Burg, Haf, Meister, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure [2] Fritzsche, Grundkurs Funktionentheorie [3] Henze, Stochastik für Einsteiger [4] Strick, Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung [5] Stein, Grundzüge der Nichtlinearen Optimierung [6] Huckle, Schneider, Numerische Methoden [7] Papageorgiou, Leibold, Buss, Optimierung [8] Köhler, Konzepte der statistischen Signalverarbeitung [9] Kroschel, Rigoll, Schuller, Statistische Informationstechnik

Theoretische Elektrotechnik 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
TET 1 106031	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Theoretische Elektrotechnik 1		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden verstehen die Maxwellschen Gleichungen und die aus ihnen folgenden feldtheoretischen Zusammenhänge. Sie können für kanonische Strukturen elektrische und magnetische vektorielle Feldverteilungen analytisch berechnen und ihr Wissen in unterschiedlichen praktischen Kontexten anwenden. Sie gewinnen Einblicke und erste Erfahrungen in den Bereich der numerischen Lösung von elektromagnetischen Problemstellungen mit Hilfe von modernen Feldsimulationsprogrammen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern und Fachkräften im Bereich der Informationstechnik.				
3	Inhalte - Differentialoperatoren, Maxwellsche Gleichungen in Differential- und Integralform, Randbedingungen, Erhaltungssatz der Ladung, Poisson-Gleichung, Biot-Savartsches Gesetz, Skineffekt, Helmholtzgleichung, magnetisches Vektorpotential, Greensche Funktion, elektromagnetische Wellen - Numerische Verfahren und Simulationsprogramme zur Lösung elektromagnetischer Feldprobleme				
4	Lehrformen Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Theoretische Elektrotechnik 1: Klausur (60 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 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Frank Gustrau hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Frank Gustrau				

11

Literatur

- [1] F. Gustrau, Angewandte Feldtheorie, Hanser, 2018
- [2] Schwab, Begriffswelt der Feldtheorie, Springer, 1996
- [3] S. Blume, Theorie elektromagnetischer Felder, Hüthig, 1988
- [4] K. Küpfmüller et al., Theoretische Elektrotechnik, Springer, 2013
- [5] P. Leuchtmann, Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Pearson, 2005
- [6] N. Ida, Engineering Electromagnetics, Springer, 2004
- [7] J. Kraus, D. Fleisch, Electromagnetics with applications, McGraw Hill, 1999
- [8] D. Fleisch, A Student's Guide to Maxwell's Equations, Cambridge University Press, 2011

Theoretische Elektrotechnik 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
TET 2 106041	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Theoretische Elektrotechnik 2		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen die wichtigsten Leitungstypen, passiven HF-Schaltungen und Antennenkonzepte und verstehen ihre Beschreibung durch Streuparameter. Sie können Streuparameter von HF-Schaltungen analytisch berechnen und ihr Wissen im Entwurf von passiven HF-Schaltungen anwenden. Sie gewinnen Einblicke und erste Erfahrungen in den Bereich der numerischen Berechnung von HF-Komponenten und Antennen mit Hilfe von modernen Feldsimulationsprogrammen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern und Fachkräften im Bereich der Informationstechnik.				
3	Inhalte - Leitungstheorie (Leitungswellenwiderstand, Impedanztransformation, Smith-Chart, ...) praktische Leitungstypen (Koaxialleitung, Mikrostreifenleitung, Hohlleiter, ...), Streuparameter, passive Hochfrequenzschaltungen, (Dipol)-Antennen, Strahlungsfelder, Wellenausbreitung in komplexen Umgebungen - Analyse von passiven HF-Strukturen und Schaltungen mit HF-Simulationsprogrammen				
4	Lehrformen Vorlesung/seminaristische Veranstaltung und Übung.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Theoretische Elektrotechnik 2: Klausur (60 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 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Frank Gustrau hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Frank Gustrau				

11	Literatur [1] F. Gustrau, Hochfrequenztechnik, Hanser, 2019 [2] E. Pehl, Mikrowellentechnik, VDE Verlag, 2012 [3] H. Heuermann, Mikrowellentechnik, Springer, 2020 [4] F. Gustrau, RF and Microwave Engineering: Fundamentals of Wireless Communications, Wiley, 2012 [5] F. Gustrau, D. Manteuffel, EM Modeling of Antennas and RF Components for Wireless Communication Systems, Springer, 2006 [6] D.M. Pozar, Microwave Engineering, Wiley, 2011
-----------	---

Kommunikationstechnik 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KT 1 106051	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Kommunikationstechnik 1		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Studierenden können ein Kommunikationsnetz als Graphen mit Kapazitäten, Verkehrsanforderungen und -flüssen modellieren und kennen methodische Ansätze zur Bepanung und Optimierung. 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. In Verbindung mit Kommunikationstechnik 2 sind die theoretischen Grundlagen und das tiefere Verständnis des Faches erworben – unter Ausklammerung der Übertragungstechnik. Die Studierenden sind zum eigenständigen Fortschreiten in der Materie befähigt. Neben dem Erwerb der fachlichen Kompetenz sind durch die praktische Bearbeitung einiger Beispiele Problemlösungs- und Teamfähigkeit gestärkt und Präsentationstechnik geübt.				
3	Inhalte - Anforderungen an Kommunikationsnetze und –systeme - Protokollschichtung: Problemstellungen und -lösungen auf einzelnen Schichten - Netzwerke als Graphen - Zusammenhang von Anforderungen, Kapazitäten, Teilflüssen - Greedy-Algorithmus, Lineare Optimierung, Routing, genetische Optimierungsverfahren - Modellierung von Ankunfts- und Bedienprozessen - Modellierung von Verlust- und Wartesystemen - Verkehrsgrößen- und Wartezeitberechnungen - Netze von Wartesystemen - Network Calculus - Workshop zu aktueller Themenstellung				
4	Lehrformen Vorlesung und Übungen in seminaristischer Form. 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				

	Formal: keine Inhaltlich: keine
6	Prüfungsformen Modulprüfung Kommunikationstechnik 1: Klausur (60 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 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur wird während der Veranstaltung bekannt gegeben

Kommunikationstechnik 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KT 2 106061	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Kommunikationstechnik 2		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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 Quellkodierverfahren 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. 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. In Verbindung mit Kommunikationstechnik-1 sind die theoretischen Grundlagen und das tiefere Verständnis des Faches erworben – unter Ausklammerung der Übertragungstechnik. Die Studierenden sind zum eigenständigen Fortschreiten in der Materie befähigt. Neben dem Erwerb der fachlichen Kompetenz sind durch die praktische Bearbeitung einiger Beispiele Problemlösungs- und Teamfähigkeit gestärkt und Präsentationstechnik geübt.				
3	Inhalte - Anforderungen an Kommunikationsnetze und -systeme - Protokollschichtung: Problemstellungen und -lösungen auf einzelnen Schichten - Informationsbegriff - Quellenkodiertheoreme, 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 - Grundlagen und Verfahren der Datenintegrität und -vertraulichkeit Workshop zu aktueller Themenstellung				
4	Lehrformen Vorlesung und Übungen in seminaristischer Form. 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.				

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine
6	Prüfungsformen Modulprüfung Kommunikationstechnik 2: Klausur (60 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 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer
11	Literatur wird während der Veranstaltung bekannt gegeben

Digitale Signalverarbeitung 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SV 1 106071	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Digitale Signalverarbeitung 1		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können analoge und digitale Systeme und Signale mathematisch beschreiben und verifizieren. Sie beherrschen die grundlegenden Transformationen zur Signal- und Systembeschreibung im Zeit- und Frequenzbereich. Die Studierenden sind vertraut mit den Methoden der digitalen Signalverarbeitung und können die Auswirkungen der Abtastung sowie den Einfluss der Quantisierung bewerten. Sie besitzen ein fundiertes wissenschaftliches Verständnis für die eingesetzten Methoden.				
3	Inhalte 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 angewendet. Die Diskretisierung und ihre Auswirkungen im Zeit- und Frequenzbereich werden diskutiert. Grundlegende Methoden zur digitalen Signalverarbeitung werden erörtert. Neben deterministischen Signalbeschreibungen werden auch stochastische Prozesse betrachtet und mit entsprechenden mathematischen Werkzeugen analysiert.				
4	Lehrformen Die mathematischen und theoretischen Lehrinhalte werden in Form einer Vorlesung vermittelt. Übungen vertiefen anhand praktischer Beispiele die Kompetenz erlernte Methoden anzuwenden und selbstständig auf neue Problemstellungen zu übertragen. Eine kritische Reflexion der erlangten Ergebnisse wird gefördert.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Kenntnisse der höheren Mathematik (Differenzial- und Differenzengleichungen, Integraltransformationen) sowie Hochsprachenprogrammierung (Anwendung von Berechnungs- und Simulationswerkzeugen)				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Digitale Signalverarbeitung 1: Klausur (60 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 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Reinhard Scholz hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Reinhard Scholz
11	Literatur [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] Hänsler: 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] Klingen: Fouriertransformation für Ingenieur- und Naturwissenschaften [14] Fettweis: Entwurf von Digitalfiltern in Anlehnung an Verfahren der klassischen Netzwerktheorie [15] Fettweis: Grundlagen der Theorie elektrischer Schaltungen [16] Saal: Handbuch zum Filterentwurf

Digitale Signalverarbeitung 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SV 2 106081	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Digitale Signalverarbeitung 2		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung und die Grundstrukturen digitaler Filter. Sie können nichtrekursive und rekursive Filter analysieren und Übertragungs- sowie Stabilitätskriterien erkennen und beurteilen. Die Studierenden sind vertraut mit synchronen und paketerorientierten Verfahren zur Verarbeitung und Übertragung digitaler Signale. Sie können digitale Signale mit effizienten Methoden, wie z.B. der FFT, analysieren und bewerten.				
3	Inhalte Diverse Filterstrukturen werden schematisch und algorithmisch untersucht, die dazu notwendigen mathematischen Konstrukte werden vermittelt. Ein Schwerpunkt liegt in der Realisierung von Differenzengleichungen mit digitalen Signalprozessoren. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die numerische Darstellung von Signalwerten und Koeffizienten gelegt. Der Einfluss von Quantisierungseffekten auf das Übertragungsverhalten sowie die Stabilität wird diskutiert. Eine Einführung in die Synthese von digitalen Systemen vermittelt grundlegende Kenntnisse zum Filterentwurf sowie zur Auswahl geeigneter Filterstrukturen und Realisierungsplattformen.				
4	Lehrformen Die theoretischen Lehrinhalte werden in Form einer Vorlesung vermittelt und durch geeignete Übungen vertieft. Anhand ausgewählter Beispiele werden Algorithmen mit modernen Entwicklungswerkzeugen simuliert und auf einer Zielplattform realisiert, so dass eine praktische Verifikation der Ergebnisse möglich ist.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Kenntnisse der höheren Mathematik (Differenzial- und Differenzengleichungen, Integraltransformationen), hardwarenahe Programmierung sowie Hochsprachenprogrammierung (Anwendung von Berechnungs- und Simulationswerkzeugen)				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Digitale Signalverarbeitung 2: Klausur (60 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 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Thomas Felderhoff
11	Literatur [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] Hänsler: 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] Klingen: Fouriertransformation für Ingenieur- und Naturwissenschaften [14] Fettweis: Entwurf von Digitalfiltern in Anlehnung an Verfahren der klassischen Netzwerktheorie [15] Fettweis: Grundlagen der Theorie elektrischer Schaltungen [16] Saal: Handbuch zum Filterentwurf

KI-Systeme 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KI 1 106091	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	KI-Systeme 1		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Eine selbstständige und eigenverantwortliche Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens setzt Kenntnisse dieses Moduls voraus.				
3	Inhalte • 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				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der höheren Mathematik (Vektor- und Matrizenoperationen, Wahrscheinlichkeitsrechnung) sowie Kenntnisse in der Programmierung mit mindestens einer imperativen und/oder objektorientierten Hochsprache				
6	Prüfungsformen Modulprüfung KI-Systeme 1: • Verpflichtende bewertete Übungen • Eigenständig bearbeitetes Projekt mit mündlichem Vortrag der Ergebnisse (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				

8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Embedded Systems Engineering, Digital Transformation und Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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] 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 [6] Stuart Russell, Peter Nervi „Artificial Intelligence: A Modern Approach“, 3rd edition, Pearson, 2020

KI-Systeme 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KI 2 106101	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	KI-Systeme 2		2 V / 30 h 1 Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Eine selbstständige und eigenverantwortliche Anwendung von Neuronalen Netzen setzt Kenntnisse dieses Moduls voraus.				
3	Inhalte • 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				
4	Lehrformen 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. Die eigenständige Anwendung der erlangten Kenntnisse wird in Form eines Projektes durchgeführt.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der höheren Mathematik (Vektor- und Matrizenoperationen, Wahrscheinlichkeitsrechnung) sowie Kenntnisse in der Programmierung mit mindestens einer imperativen und/oder objektorientierten Hochsprache				
6	Prüfungsformen Modulprüfung KI-Systeme 2: • Verpflichtende bewertete Übungen • Eigenständig bearbeitetes Projekt mit mündlichem Vortrag der Ergebnisse (30 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				

8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Embedded Systems Engineering, Digital Transformation und Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle, Prof. Dr. Jörg Thiem
11	Literatur [1] Ian Goodfellow et. al. „Deep Learning“, MIT Press, 2016 [2] 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

Embedded Systems 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ES 1 106111	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Embedded Systems 1		Kontaktzeit 2 V/SV / 30 h 1 Ü / 15 h	Selbststudium 50 h 25 h	Gruppengröße 30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen und verstehen die Vor- und Nachteile verschiedener Technologien sowie Hardware-Architekturen für eingebettete Systeme. Sie haben Kenntnisse über verschiedene flüchtige und nicht-flüchtige Speicherarten und wissen, in welche Segmente die in Mikrocontrollern verwendeten Speicher üblicherweise aufgeteilt werden. Sie verstehen die einzelnen Schritte des Build-Prozesses bei der Softwareentwicklung, kennen die Vor- und Nachteile von IDE- und Command-Line-basierten Toolchains und können diese einsetzen. Darüber hinaus können die Studierenden nachvollziehen, wie der Boot-Prozess eines Mikrocontrollers – mit und ohne Bootloader – funktioniert und wie bestehende Firmware auf einem Mikrocontroller kabelgebunden oder drahtlos durch eine neue Firmware-Version aktualisiert werden kann. Neben fortgeschrittenen Programmier Techniken erwerben die Studierenden außerdem Kenntnisse zu verschiedenen Methoden der Fehleranalyse sowie zur kollaborativen Verwaltung von Softwareständen und sind dazu in der Lage, diese praktisch anzuwenden.				
3	Inhalte • Definition von Embedded Systems • Mikrocontrollerarchitekturen • Unterschiedliche Speicherarten und deren Verwendung in Embedded Systems • Build-Prozess bei der Softwareentwicklung für Mikrocontroller ○ Schritte im Build-Prozess ○ Memory Mapping ○ Toolchain-Arten (bspw. IDE vs. Command-Line Tools) • Boot-Prozess • Firmware-Updates • Nutzung des DMA für den Datentransfer zwischen Peripherie-Geräten und RAM • Methoden der Fehleranalyse in der Mikrocontrollerprogrammierung • Kollaborative Verwaltung und Versionierung von Embedded Software				
4	Lehrformen Seminaristische Lehrveranstaltungen mit praktischen Begleitübungen und selbstständig durchzuführenden praktischen Aufgaben Sprache - Lehrveranstaltung: deutsch, Folien englisch - Prüfung: deutsch - Literatur: englisch und deutsch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine				

	Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Digitaltechnik, Mikroprozessortechnik und Programmierung
6	Prüfungsformen Modulprüfung Embedded Systems 1: • Kollaborative Bearbeitung eines Praxisprojektes in Kleingruppen • Präsentation zum Praxisprojekt inklusive Vorstellung der zugrundeliegenden theoretischen Inhalte und Vorstellung der Ergebnisse • Mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr.-Ing. Puian Tadayon hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr.-Ing. Puian Tadayon
11	Literatur [1] Marwedel, P.: Embedded System Design. Kluwer Academic Publishers (2003) [2] Heath, S.: Embedded systems design. EDN series for design engineers (2 ed.). Newnes (2003) [3] Veendrick, H.: Bits on Chips, Harry Veendrick, Springer (2019) [4] Lacamera, D.: Embedded Systems Architecture: Explore architectural concepts, pragmatic design patterns, and best practices to produce robust systems, Packt Publishing (2018) [5] Stevanovic, M.: Advanced C and C++ Compiling, Apress (2014) [6] You, J.: The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors, Newnes (2013)

Embedded Systems 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ES 2 106121	120 h	4	1.-2. Semester (VZ) 1.-4. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Embedded Systems 2		Kontaktzeit 2 V/SV / 30h 1 Ü / 15h	Selbststudium 50h 25h	Gruppengröße 30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind dazu in der Lage... • unterschiedliche Vorgehensmodelle bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen anzugeben • Konzepte und Methoden des agilen Projektmanagements wiederzugeben und anzuwenden • verschiedene Elemente und Methoden eines RTOS (Real Time Operating Systems) zu benennen und in der Praxis zu verwenden • Konzepte der Software-Architekturmodellierung für eingebettete Systeme zu erläutern und diese in UML abzubilden • verschiedene Arten der Verifikation in eingebetteten Systemen zu erläutern und anzuwenden • verschiedene Prinzipien von CI/CD (Continuous Integration and Continuous Deployment) für eingebettete Systeme zu erklären				
3	Inhalte • Vorgehensmodelle in der Entwicklung eingebetteter Software (bspw. V-model, Wasserfallmodell) • Grundbegriffe des Software-Engineerings (bspw. Requirements, Verifikation, Validierung) • Konzepte und Methoden des agilen Projektmanagements mit Fokus auf Scrum • RTOS - Real Time Operating Systems (u.a. Definition von Echtzeit, Elemente von RTOS) • Software-Architekturmodellierung mit UML (z.B. Dekomposition eines Systems in Building Blocks, Bestimmung der Modulschnittstellen und Darstellung in einem Sequenzdiagramm) • Testing/Verifikation in eingebetteten Systemen (u.a. Unit Tests, Integrationstests, Systemtests) • CI/CD (Continuous Integration and Continuous Deployment) für eingebettete Systeme				
4	Lehrformen Seminaristische Lehrveranstaltungen mit praktischen Begleitübungen und selbstständig durchzuführenden praktischen Aufgaben Sprache - Lehrveranstaltung: deutsch (bei Bedarf englisch), Folien englisch - Prüfung: deutsch - Literatur: englisch und deutsch				
5	Teilnahmevoraussetzungen				

	Formal: keine Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Digitaltechnik, Mikroprozessortechnik und Programmierung
6	Prüfungsformen Modulprüfung Embedded Systems 2: • Kollaborative Bearbeitung eines Praxisprojektes in Kleingruppen • Präsentation zum Praxisprojekt inklusive Vorstellung der zugrundeliegenden theoretischen Inhalte und Vorstellung der Ergebnisse • Mündliche Prüfung
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr.-Ing. Puian Tadayon hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr.-Ing. Puian Tadayon
11	Literatur [1] Marwedel, P.: Embedded System Design. Kluwer Academic Publishers (2003) [2] Heath, S.: Embedded systems design. EDN series for design engineers (2 ed.). Newnes (2003) [3] Lacamera, D.: Embedded Systems Architecture: Explore architectural concepts, pragmatic design patterns, and best practices to produce robust systems, Packt Publishing (2018) [4] J. Beningo, Embedded Software Design: A Practical Approach to Architecture, Processes, and Coding Techniques, Apress (2022) [5] M. D. Alam und U. F. Gühl, Project Management for Practice: A Guide and Toolbox for Successful Projects, Springer (2022)

Wahlpflichtmodule

Schwerpunkt Kommunikationstechnik

Computer Netzwerke 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
CN-1 106401	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Grundlagen Routing und Switching in kleinen Netzwerken		2 SV / 30 h 1 P/Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Internetprotokolle. Sie kennen die Protokollschichtung und verstehen deren Hintergründe. Sie kennen grundlegende Netzelemente und deren jeweilige Aufgaben und können auch praktisch insbesondere mit Switches und Routern umgehen. Sie können Simulationstools verwenden, um sowohl Einblicke in Protokollabläufe zu gewinnen als auch Planungen zu überprüfen. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, selbstständig Aufgabenstellungen an kleinere Computernetze zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und zu implementieren sowie die Einhaltung der Anforderungen zu überprüfen und Fehler zu identifizieren und zu beheben.				
3	Inhalte Protokollschichtenmodelle, Physical Layer und Data Link Layer (insbesondere Ethernet), Network Layer und -protokolle: IPv4 mit Subnetting und VLSM & IPv6 mit den verschiedenen Adresskonfigurationsmöglichkeiten, L2-/L3-Adressierung mit ARP und ND, Transport Layer und -protokolle: UDP, TCP und Probleme mit fehleranfälligen Kanälen und Buffer Bloating, Netzarchitektur und Infrastrukturprotokolle; ICMP, Host-Routing, Link-State-/Distance-Vector-Routing und -effekte (RIP, OSPF), Multicasting, DHCP, DNS. Einige Application Layer Protokolle, bspw. HTTP/HTTPs, T/FTP, SMTP/IMAP. Zu Beginn der Veranstaltung legen die Studierenden gemeinsam mit dem Dozenten Schwerpunkte im umfangreichen Stoffangebot fest.				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen Klausur (120 min.) oder mündliche Prüfung (45 min.) / Hausarbeit oder semesterbegleitende Prüfungsleistungen und Abschlusstest: Modulprüfung Computer Netzwerke 1				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				

	gemäß Katalog der Ruhr Master School; BMIT
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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)

Computer Netzwerke 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
CN-2 106402	120 h	4	1.-3. Semester	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Weiterführende Themen der Computer Netzwerke		2 SV / 30 h 1 P/Ü / 15 h	50 h 25 h	30 Studierende 20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden verfügen über weiter- und tiefergehende Kenntnisse der Computer Netzwerke. Sie kennen Verfahren zur Strukturierung größerer Netze, können redundante Strukturen aufbauen, die dynamisch Ausfälle einzelner Netzelemente auffangen können, können Sicherungsmaßnahmen gegen einige verbreitete Netzwerk-Angriffe ergreifen und kennen Methoden des Netzwerk Managements und der Netzwerk Automation. Zudem bestehen Kenntnisse im Bereich der Netzwerk Virtualisierung und der Software Defined Networks. Neben der Simulation von Netzwerken wird auch die Emulation mit Hilfe von Virtualisierungs- und Containertechniken beherrscht. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, selbstständig weitergespannte Aufgabenstellungen an größere Computernetze zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und zu implementieren und dabei auch Sicherheits- und Automationsaspekte zu berücksichtigen.				
3	Inhalte VLANs und Link Aggregation, Inter-VLAN Routing und Layer-3 Switches, Redundanz / Resilienz per STP- & FHRP-Konzepten, Sicherungsmaßnahmen gegen ARP, STP, DHCP und VLAN-Attacken, Access Control Lists, NAT, OSPF Single- und Multi-Area Routing, VPN und IPsec, QoS Konzepte, Network Management (CDP/LLDP, NTP, SNMP, Logging). Konzepte, Datenformate, Protokolle und Tools für Netzwerk Virtualisierung, Netzwerk Automation und Software Defined Networks. 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 Integration physikalischer Netzelemente und Netze mit Simulations- und Emulationsumgebungen Zu Beginn der Veranstaltung legen die Studierenden gemeinsam mit dem Dozenten Schwerpunkte im umfangreichen Stoffangebot fest.				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine				

	Inhaltlich: Grundlagen von Computernetzen bspw. CN-1)
6	Prüfungsformen Klausur (120 min.) oder mündliche Prüfung (45 min.) / Hausarbeit oder semesterbegleitende Prüfungsleistungen und Abschlusstest: Modulprüfung Computer Netzwerke 2
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School; BMIT
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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 (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 - 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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 (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Blockwoche im Wintersemester	1 Woche (Blockwoche)
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Cyber Security B (mit Cisco-Zertifikat)		40 h + 20 h (Vor- und Nachbereitung)	120 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 - 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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	3. Semester (VZ) 3.-6. Semester (TZ)	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 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.				
3	Inhalte - Eigenschaften physikalischer Übertragungsmedien und Leitungen - Unidirektionale und bidirektionale Übertragung - Synchrone und paketerorientierte 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 - Dienstequalität von Übertragungssystemen (Rechtzeitigkeit, Realzeitforderungen) - Kommunikationssysteme mit SIP und RTP - Digitale Pegel und Dämpfungen in Sprachkommunikationssystemen - Anwendungsbeispiele - IT-Security-Aspekte				
4	Lehrformen - Vorbereitung (Literaturrecherche) - Online Kurs Java (Selbststudium) + ggf. Tutorial (Web chat) - Präsenzphase: 1 Woche (40 h Kontaktzeit) Sprache - Vorlesung/Seminar: deutsch/englisch - Laborübung: deutsch/englisch - Prüfung: deutsch/englisch - Literatur: deutsch/englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Die Pflichtmodule Kommunikationstechnik 1 und Kommunikationstechnik 2 sollten bestanden sein.				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Digital Transmission Systems: 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold Lehrbeauftragte/r: M.Eng. Markus Kuller, M.Eng. Jörg Bauer
11	Literatur [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, Adison Wesley, ISBN 0-67232-249-8

Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DSN 60216	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Drahtlose Sensor-/ Aktornetzwerke		3 SV / 45 h	75 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. 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. 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. Sie haben bei der Implementierung einiger Beispiele praktische Erfahrungen beim Umgang mit Hardware und beim Umgang mit Entwurfswerkzeugen gewonnen. 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.				
3	Inhalte Vielfachzugriffsverfahren, spezielle Eigenschaften des Funkkanals: Low-Duty-Cycle-, Wettbewerbs- und Zuteilungsverfahren, Analyse von und Verfahren zu Hidden-, Exposed-Nodes und Capture-Effekt ARQ- und FEC-Verfahren, BER/PER-Verhalten, Rahmengrößenoptimierung Netzwerktopologien – flach, Cluster- und Backbone-Netzwerke – und Topologie- und Aktivitätskontrollverfahren. Phasenübergangsphänomene am Beispiel von Coverage und Connectivity Routingverfahren: Flooding, Distance-Vector- und Link-State-Verfahren, Verfahren mit Ortsinformationen Transportverfahren: TCP-Probleme in drahtlosen Netzwerken, TCP-Abwandlungen, spezielle Transprotokolle WLAN/WPAN-Standards 802.11, 802.15.1, 802.15.4, 6LoWPAN, ZigBee Betriebssysteme für Sensorknoten Beispiele für komplette Netzwerkstrukturen: Thread/OpenThread, ZigBee-Public-Profile Simulationsumgebungen Omnet++ und NS-2/3, Datenbankanbindung, Berechnungs- und Auswerteprogramme Matlab und R				

4	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungen und Übungen, Referate und praktische Übungen.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Das Modul Kommunikationstechnik 1 oder 2 (KT 1 oder KT 2) sollte bestanden sein.
6	Prüfungsformen Modulprüfung Drahtlose Sensor-/Aktornetzwerke: 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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.

Elektromagnetische Feldsimulation					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
EFS 60631	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Elektromagnetische Feldsimulation		Kontaktzeit 2 SV / 30 h 1 Ü / 15 h	Selbststudium 50 h 25 h	Gruppengröße 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 - 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 1 oder 2 (TET 1 oder TET 2) 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
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
-----------	---

Fahrzeugvernetzung – V2X					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
1063951	150 h	5	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Fahrzeugvernetzung – V2X		2 SV / 30 h 2 PÜ / 30 h	45 h 45 h	60 Studierende 60 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen die gesamte Breite der Systemarchitektur und der Protokollschichtenmodelle der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation (V2X). Darüber hinaus kennen und verstehen sie die Grundlagen, Konzepte, Methoden und Bewertungstechniken der Fahrzeugvernetzung. Die Studierenden sind vertraut mit den geografischen Routingprotokollen sowie den Kanalzugriffverfahren. Sie wissen ein Funkkanal zu analysieren und rudimentär zu modellieren. Sie verfügen über das Grundlagenwissen der Staukontrolle. Sie lernen die mit dem WLAN (802.11p) konkurrierenden zellular-basierten Funktechnologien (C-V2X) und 5G-V2X kennen und sie sind in der Lage diese zu bewerten und zu vergleichen. Zudem beherrschen die Studierenden die Methodik und Werkzeuge der Leistungsbewertung und sind in der Lage die Performanz von V2X-Netzen zu analysieren und zu bewerten. Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über solide Kenntnisse über die Fahrzeugvernetzung sowie die grundlegenden V2X-basierten Funktechnologien.				
3	Inhalte • V2X Protokollschichtenmodelle und ITS Referenzarchitektur • Überblick Verkehrssicherheitsanwendung und Nachrichtentypen ○ Anwendungen für Verkehrssicherheit und Verkehrseffizienz ○ Ableitung der Anforderungen der Anwendung • Geografisches Routing und Weiterleitung • Mehrkanalzugriffverfahren • Eigenschaften physikalischer Übertragungsmedien und Funkkanalmodellierung ○ Signalausbreitungseigenschaften • IT-Sicherheit und Datenschutz • Staukontrollmechanismen • Zellular-basierte Funktechnologien (C-V2X) • 5G-V2X Kommunikation • Methoden der Leistungsbewertung ○ Messungsbasierte Analyse ○ Simulationsplattform und -studie				
4	Lehrformen Die Lehrinhalte werden im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt. Sprache • Vorlesung: deutsch • Übung: deutsch • Lehrmaterialien: englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine				

	Inhaltlich: Grundkenntnisse im Bereich Computernetze oder Digitale Technologien II und III
6	Prüfungsformen Modulprüfung Fahrzeugvernetzung: Klausur (90 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 $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hugues Tchouankem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hugues Tchouankem
11	Literatur [1] ETSI EN 302 665 V1.1.1: Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture [2] 1609.2 2016: IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments Security Services for Applications and Management Messages [3] IEEE 802.11p 2010: IEEE Standard for Information technology Local and metropolitan area networks Specific requirements [4] ETSI TR 102 638 (V1.1.1): Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions [5] Claudio Campolo, Antonella Molinaro, Riccardo Scopigno: Vehicular ad hoc Networks Standards, Solutions, and Research, Springer, 2015 [6] ETSI EN 302 636 1: GeoNetworking ; Part 1: Requirements [7] James F. Kurose, Keith W. Ross: Computer Networking: A Top Down Approach, Sixth Edition, Addison Wesley, 2013 [8] C. Sommer et al.: Simulation Tools and Techniques for Vehicular Communications and Applications, 2015 [9] B. Bloessl, A Physical Layer Experimentation Framework for Automotive WLAN, Dissertation, Department of Computer Science, Paderborn University, June 2018 [10] Christoph Sommer and Falko Dressler: Vehicular Networking, Cambridge University Press, 2014 [11] Luca Delgrossi and Tao Zhang: Vehicle Safety Communications: Protocols, Security, and Privacy, Wiley, 2012 [12] T. Tielert : Rate Adaptation Based Congestion Control for Vehicle Safety Communications, 2014 [13] C. Sommer et al.: "Simulation Tools and Techniques for Vehicular Communications and Applications", 2015

Gebäudekommunikations- und -managementsysteme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
GKS 60632	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	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 - 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 1 oder 2 (KT 1 oder KT 2) sollte bestanden sein.				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Gebäudekommunikations- und -managementsysteme: 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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] 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

Interaktions- und Visualisierungssysteme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IVS 60634	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Interaktions- und Visualisierungssysteme		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden - 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. Sie haben im praktischen Umgang Werkzeuge und Komponenten kennen- und einzusetzen gelernt.				
3	Inhalte 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. 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. Einige Themen: - 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), Webbasiert (Websocket-Server/Client/Frameworks)) - weitere Werkzeuge und Frameworks (bspw. Java/Eclipse/Vaadin) Der Wahlpflichtcharakter der Veranstaltung gestattet in gemeinsamer Absprache die nötigen Schwerpunktsetzungen und Anpassungen bei der Stoffauswahl.				
4	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungen und Übungen, Referaten und praktischen Übungen.				
5	Teilnahmevoraussetzungen				

	Formal: keine Inhaltlich: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung, Matlab und Programmierung
6	Prüfungsformen Modulprüfung Interaktions- und Visualisierungssysteme: 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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.

Service orientierte Anwendungen und Dienste					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SOA 11263	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Service orientierte Anwendungen und Dienste		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 Architektur moderner verteilter Systeme in Edge und Cloud sowie 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 für KI-Systeme kennen gelernt. Sie haben den Zusammenhang zu den entsprechenden Datenmodellen und Protokollen hergestellt und sich im Labor mit exemplarischen Anwendungen vertraut gemacht.				
3	Inhalte Die Studierenden werden mit den Grundprinzipien der semantischen Beschreibung von Daten als Basis für eine KI-basierte Dienstenumgebung im IoT-Bereich vertraut gemacht. 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 in verschiedenen Domänen exemplarisch anhand von Use Cases kennen. Dies ist die Grundlage für die Maschinenlesbarkeit und maschinelle Interpretation von Daten. Sie arbeiten an Beispielapplikationen mit REST-Schnittstellen, Webservices und Websockets sowie Publish and Subscribe-Systemen wie MQTT z.B. bei der Verwendung eines Digitalen Zwillings für das Smart Home in den Domänen Energie, Mobilität sowie medizinische Betreuung und - Pflege. Sie wenden dabei das Linked Data Konzept sowohl hinsichtlich der semantischen Beschreibung als auch der Lenkung der Datenströme auch im Hinblick auf autonome Systeme an. Auf die Service orientierten Anforderungen von KI-Anwendungen und Dienstenumgebungen im Bereich Situationserkennung in Energiemanagement und HealthCare sowie Mobilität wird eingegangen und Realzeitdatenerfassung und Digitale Signalverarbeitung sowie Edge/Cloud- Kommunikation und Datenverarbeitung mit verteilten Controllern wird behandelt. Im Vordergrund stehen serviceorientierte Dienste mit Feldbus und IP-Systemen für höherwertige Dienste und KI-Anwendungen. Ein Ausblick zum Stand der aktuellen Forschung und Entwicklung an Forschungsprojekten in Deutschland und der EU an GAIA-X ist ebenfalls enthalten.				
4	Lehrformen Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt. Hierbei werden gelehrt Inhalte in kleinen Gruppen geübt. Die erarbeiteten Lösungen werden im Praktikumsteil im Labor an Live-Systemen demonstriert.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Kenntnisse der Vorlesung Kommunikationstechnik				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Service orientierte Anwendungen und Dienste: 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 Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik
9	Stellenwert der Note für die Endnote $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Hendrik Wöhrle
11	Literatur [1] Erbs, Karczewski, Schestag, Datenbanken: Datenmodelle, Objekte, WWW, XML, VDE Verlag ISBN 978-3800727216 [2] Graeme Simsion: Data Modeling. Theory and practise. Technics Publications, 2007, ISBN 978-0-9771400-1-5 [3] Java Semantic Web Framework, https://jena.apache.org , Apache Software Foundation [4] SAREF- Smart Applications Reference ontology, https://saref.etsi.org/index.html , ETSI [5] ETSI TS 103 264, https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103200_103299/103264/03.01.01_60/ts_103264v030101p.pdf [6] Web of Things, W3C Recommendation , https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/ [7] Web Things API, Mozilla, W3C unofficial Draft, https://iot.mozilla.org/wot/ [8] I. Kunold, U. Großmann, Smart Energy and Systems 2019, VWH Verlag, ISBN 978-3-86488-159-6

Mobile Kommunikationssysteme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
MKS 60637	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Zellulare Mobilfunksysteme, Workshop		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen die allgemeinen Prinzipien, Problemlagen und Lösungsansätze im Bereich des zellularen Mobilfunks, insbesondere die Orientierung an der möglichst effizienten Nutzung des Spektrums. Die Studierenden kennen einige Berechnungsmethoden und Planungsverfahren für zellulare Mobilfunksysteme und die betreffenden Spezifika der einzelnen Standards. 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. 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.				
3	Inhalte Wellenausbreitung und Kanalmodellierung, Vielfachzugriffs-, Multiplex- und Duplexverfahren, Orthogonalitätseigenschaften Zellulare Strukturen, SIR-Berechnungen, Kapazitätsabschätzung, Bündelgewinn, Sektorisierung, feste und dynamische / adaptive Kanalvergabeverfahren Berücksichtigung von Mobilität / Handover beim Radio-Ressource-Management. Struktur von Mobilteil und Kernnetz GSM mit physikalischen Kanälen / Burststrukturen, logischen Kanälen, Mehrfachrahmenstrukturen und den resultierenden Verzögerungszeiten und Datenraten Kombination von Leitungs- und Paketorientierung, GPRS mit Kanalbündelung / Kodierschemata, zusätzliche Netzelemente, EDGE, physikalische und logische Kanäle 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 LTE mit OFDM-Technik, variable Kanalbandbreiten und vereinfachte Kanalverzerrung, MIMO-Verfahren, Peak-to-Average-Problematik 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				
4	Lehrformen Seminaristische Veranstaltung mit Vorlesungen und Übungen, Referate und praktische Übungen.				

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Das Modul Kommunikationstechnik 1 oder 2 (KT 1 oder KT 2) sollte bestanden sein.
6	Prüfungsformen Modulprüfung Mobile Kommunikationssysteme: 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 $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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.

Wireless Digital Communication					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
WDC 11219	120 h	4	1. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Wireless Digital Communication		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 30 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studenten kennen verschiedene Modulationsarten und können diese im komplexen Basisband implementieren. Sie können die Modulationsarten in einem Mehrträgersystem (OFDM) einsetzen. Die Studenten können für Mehrträgersysteme Synchronisations- und Kanalschätzungsmechanismen implementieren, die Trägerfrequenzoffset und Abtastratenoffset kompensieren können. Die Studenten können das Basisbandsignal in ein RF-Signal hochmischen und über eine Funkstrecke übertragen. Die Simulation von einfachen Antennen und die Berechnung des Link-Budgets einer Funkstrecke werden beherrscht.				
3	Inhalte • BPSK-Modulation und Demodulation im Basisband • Demodulation in Anwesenheit von Rauschen, Shannon-Limit • Modulationsverfahren höherer Ordnung (QAM) und Kanalkodierung • Mehrträger-Verfahren (OFDM) • Synchronisierung und Kanalschätzung • Erzeugung eines RF-Signals aus dem Basisbandsignal • Simulation einfacher Antennen • Berechnung des Link-Budgets einer Funkstrecke				
4	Lehrformen Die Vorlesung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. In den Übungen zu werden exemplarisch Aufgaben bearbeitet, die die Lehrinhalte der Vorlesung vertiefen.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Elektrotechnik, Mathematik, Hochfrequenztechnik				
6	Prüfungsformen Klausur (120 min.)				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Die Klausur 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Benjamin Menküc hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Benjamin Menküc, Prof. Dr. Frank Gustrau
11	Literatur [1] Morgenstern, U. und Kraft, M. (2014) Biomedizinische Technik – Faszination, Einführung, Überblick (Band 1), DeGruyter [2] Brandt, T.; Diener, H.-C. und Gerloff, C. Therapie und Verlauf neurologischer Erkrankungen, Kohlhammer [3] Rauch, E. Lehrbuch der Diagnostik und Therapie nach F.X.Mayr, Haug Fachbuch [4] Verordnung (EU) 2017/745 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2017 über Medizinprodukte (MDR) [5] Rodewald, A. Elektromagnetische Verträglichkeit (Grundlagen, Experimente, Praxis), Springer Vieweg [6] Gustrau, F. Elektromagnetische Verträglichkeit, Hanser [7] Führer, A., Grundgebiete der Elektrotechnik 2, Hanser [8] Schwab, A. J. Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer [9] Montrose, M. I. Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance: A Handbook for Designers, IEEE [10] Ott, H. W., Electromagnetic Compatibility Engineering, Wiley

Wahlpflichtmodule

Schwerpunkt Digitale Signalverarbeitung

Angewandte Biomechanische Messtechnik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ABM 11222	240 h	8	1.-3. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Angewandte biomechanische Messtechnik		6 SV/Ü / 45 h	90 h	15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen				
	Die Studierenden lernen in diesem Modul Angewandte biomechanische Messtechnik zur Beschreibung von Bewegungen kennen. Sie erhalten einen Einblick in die Rolle der Bewegungsanalyse in verschiedenen Gebieten. Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der biomechanischen Bewegungsanalyse und vertiefen diese Inhalte im Rahmen praktischer Übungen. Die Studierenden sind am Ende des Moduls in der Lage einfache Bewegungsabläufe unter Anwendung kennengelernter Herangehensweisen zu verstehen und zu fachlich zu diskutieren.				
3	Inhalt (Contents)				
	• Grundlagen der Kinematik und Kinetik des menschlichen Gangs • Grundlagen der instrumentellen Ganganalyse • Bearbeitung und Diskussion von Daten aus der Bewegungsanalyse				
4	Lehrformen				
	Seminaristische Vorlesung mit Übungen				
	Sprache				
	- Lehrveranstaltung: deutsch				
	- Prüfung: deutsch				
	- Literatur: deutsch/englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen				
	Formal: keine				
	Inhaltlich: keine				
6	Prüfungsformen				
	Modulprüfung Angewandte biomechanische Messtechnik: Semesterbegleitende Aufgaben und mündlichen Abschlussprüfung oder schriftliche Abschlussklausur				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten				
	Modulprüfung muss bestanden sein.				
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)				
	Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik				
9	Stellenwert der Note für die Endnote				
	8/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ann-Kathrin Hömme hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ann-Kathrin Hömme
11	Literatur [1] Götz-Neumann, Kirsten (2011): Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie; 18 Tabellen. 3. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme. [2] Kirtley, Christopher (2005): Clinical gait analysis. Theory into practice. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone. [3] Brinckmann P, Frobin W, Leivseth G, Drerup B. (2012): Orthopädische Biomechanik. Wiss. Schriften der WWU Münster, Reihe V, Band 2. Monsenstein und Vanerdat, Münster.

Biomedical Signal Processing					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
BSP 60324	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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. 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 auseinander setzen 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.				
3	Inhalte 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. Mit diesen Werkzeugen und Methoden werden unterschiedliche Biosignale verarbeitet, insbesondere EKG, EEG, EMG oder Drücke, Beschleunigungen für Bewegungsabläufe.				

4	Lehrformen 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 Vielfalt verdeutlicht, wobei sich einzelne Studierende(ngruppen) in einer konkreten Thematik selbstständig vertiefen. Die vergebenen Themen werden ständig an aktuelle Entwicklungen oder Forschungsaufgaben angepasst.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine
6	Prüfungsformen Modulprüfung Biomedical Signal Processing: Klausur (120 min.) oder mündliche Prüfung (45 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und im Masterstudiengang Embedded Systems Engineering als Modul Biomedical Systems mit Ergänzungen und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote $8/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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 (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 Die Studierenden kennen Standards und Komponenten für Computer Vision Systeme, wie Kameras und Prozessorhardware und besitzen einen Überblick über gängige Algorithmen und Methoden. Sie können Bildverarbeitungswerkzeuge einsetzen und relevante Parameter an aktuelle Aufgabenstellungen adaptieren. Zudem können die Studierenden grundlegende Algorithmen auf low-level Ebene implementieren. Mit Werkzeugen wie MATLAB/Simulink oder anderen Toolboxes und Hochsprachen sind die Studierenden in der Lage, komplexere Computer Vision Aufgaben zu lösen.				
3	Inhalte • Introduction • Position and Orientation • Light and Color • Image Creation • Image Processing • Feature Extraction • Multiple Images • Project, Advanced Topics and Applications ○ Robotic Vision ○ Automotive Vision ○ Medical Vision ○ Embedded Vision				
4	Lehrformen Die seminaristische Veranstaltung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. Gleichzeitig werden in vielfältigen Aufgabenstellungen die theoretischen Lehrinhalte vertieft und direkt am PC eingeübt. 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.				

5	Teilnahmevoraussetzungen 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. Inhaltlich: Lineare Algebra, Grundlegende Programmierkenntnisse und Englisch lesen/hören
6	Prüfungsformen Modulprüfung Computer Vision: 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 Embedded Systems Engineering und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote $8/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem
11	Literatur [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

Digital Automation and Control					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DAC 60673	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 Digitalsysteme 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	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				

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] O. Föllinger, Regelungstechnik, VDE Verlag 2016 [2] J. Lunze, Regelungstechnik Bd. 1 – Systemtheoretische Grundlagen, Springer Verlag 2016, ISBN 978-3-662-52677-4, e-book: 978-3-662-52678-1 [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 [4] S. Zacher, M. Reuter, Regelungstechnik für Ingenieure, Springer Verlag 2017, ISBN 978-3-658-17631-0, e-book: 978-3-658-17632-7

Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DSS 60641	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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. 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.				
3	Inhalte Beispiele für Übertragungsverfahren und -standards. Verfahren der Signalanalyse,- verarbeitung und -generierung. Grundlegende Algorithmen und deren effiziente Implementierung, bspw. Filter-/Korrelatoren, Matched Filter, FFT, Cordic Processor. Implementierungen - auf Universalrechnern unter Verwendung von Matlab / Simulink i.V.m. Toolboxes und Blocksets, - auf SDR-Systemen i.V.m. SW-Plattformen für die Simulation und Implementierung, - hardwarenah auf FPGA und unter Verwendung der jeweiligen Entwicklungsumgebungen. Schnittstellen zur analogen Systemumgebung und anderen (Netzwerk-)Instanzen, bspw. zu A/D- und D/A-Wandlern, zu systeminternen Bausteinen, zu TCP/IP-Gegenstellen. Organisation von Signal- und Kontrollfluss, bspw. serielle/parallele- und Pipeline-Verarbeitungsstrukturen, FSM, Verwendung von leichtgewichtigen Controllern, deren Peripherie und Betriebssysteme. Zu Beginn der Veranstaltung legen die Studierenden gemeinsam mit dem Dozenten Schwerpunkte im umfangreichen Stoffangebot fest, wobei aktuelle Entwicklungen aufgegriffen werden können und sollen.				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Digitale Signalverarbeitung und Signalanalyse: 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ulf Niemeyer, N.N.
11	Literatur wird während der Veranstaltung bekannt gegeben

Neurotechnology and Brain-Computer Interfaces					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
11224	120 h	4	1.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Neurotechnology and Brain Computer Interfaces		1 V / 15 h 2 P / 30 h	75 h	12 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Neurotechnologie und der Gehirn-Computer-Schnittstellen (BCIs). Sie sind in der Lage, verschiedene Typen von BCIs zu unterscheiden und deren Funktionsweise zu erläutern. Die Studierenden können Technologien und Geräte der Neurotechnologie, wie z. B. EEG, fNIRS, EMG, FES und TMS, identifizieren und deren Anwendungen in medizinischen und nicht-medizinischen Kontexten bewerten. Die Studierenden verstehen die praktischen Anwendungen von Gehirn-Computer-Schnittstellen in verschiedenen Bereichen, einschließlich Rehabilitation und Kommunikation. Sie sind in der Lage, spezifische Anwendungsfälle von BCIs zu analysieren, beispielsweise die Unterstützung von Menschen mit motorischen Einschränkungen oder neurologischen Störungen. Darüber hinaus können sie ethische Fragestellungen im Zusammenhang mit der Nutzung von Neurotechnologie diskutieren. Die Studierenden erwerben praktische Fertigkeiten, indem sie neurophysiologische Signale mit verschiedenen Messmethoden erfassen, auswerten und interpretieren. Sie erlangen zudem die Fähigkeit, einfache BCI-Anwendungen zu entwerfen, zu implementieren und in Gruppenprojekten zu analysieren. Dabei sind sie in der Lage, ihre Ergebnisse verständlich zu dokumentieren und zu präsentieren.				
3	Inhalte • Die Grundlagen der Neurotechnologie und Gehirn-Computer-Schnittstellen (BCIs) • Funktionsweise und Typen von BCIs • Technologien zur Erfassung neurophysiologischer Signale, wie EEG, fNIRS, EMG, FES und TMS • Aufbau und Durchführung von Experimenten zur Messung neuronaler Aktivitäten • Signalverarbeitung und Analyse von neuronalen Signalen zur Entwicklung von BCI-Anwendungen • Praktische Anwendungen von BCIs in den Bereichen Rehabilitation und Kommunikation • Entwurf, Implementierung und Test einfacher BCI-Anwendungen in Gruppenprojekten • Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse der Gruppenprojekte				
4	Lehrformen Das Modul wird durch eine Vorlesung (V) und praktische Übungen im Labor (2P) gestaltet. In der Vorlesung erwerben die Studierenden grundlegendes Wissen über Neurotechnologie und Gehirn-Computer-Schnittstellen (BCIs). Die semesterbegleitenden praktischen Übungen im Labor ermöglichen es den Studierenden, ihr theoretisches Wissen direkt anzuwenden. Sie erlernen und führen neurophysiologische Messmethoden durch und analysieren die gesammelten Daten. Dabei interpretieren sie diese Daten anhand der in der Vorlesung gelernten theoretischen Grundlagen und setzen aktuelle Konzepte aus Studien und der Forschung zur Entwicklung von BCIs in Gruppenprojekten um. Durch diese Gruppenprojekte entwickeln die Studierenden nicht nur ihre Teamfähigkeit, sondern auch die Fähigkeit, die erlernten theoretischen Grundlagen in der Praxis umzusetzen. Diese eng				

	verzahnte Theorie-Praxis-Integration fördert Kreativität und Selbstständigkeit, indem die Studierenden eigene Projekte entwerfen und realisieren. Das Vorlesungsmaterial ist teilweise in englischer Sprache verfasst, was außerdem die sprachliche Kompetenz der Studierenden fördert.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Es werden grundlegende Programmierkenntnisse in MATLAB oder Python sowie Basis Kenntnisse in Messtechnik, Signalverarbeitung und maschinellem Lernen empfohlen jedoch nicht vorausgesetzt.
6	Prüfungsformen - Bearbeitung eines Projektes in Kleingruppen - Dokumentation und Vorstellung des Projektes - Mündliche Prüfung
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: M.Sc. Hatim Barioudi hauptamtlich Lehrende/r: M.Sc. Hatim Barioudi
11	Literatur [1] Chaudhary, Ujwal (2025): Expanding Senses using Neurotechnology. Cham: Springer Nature Switzerland. [2] Clément, Claude (2019): Brain-Computer Interface Technologies. Cham: Springer International Publishing. [3] Bernhard, Stefan; Brensing, Andreas; Witte, Karl-Heinz (2022): Biosignal Processing: De Gruyter. [4] Wolpaw, Jonathan; Wolpaw, Elizabeth Winter (2012): Brain–Computer Interfaces Principles and Practice: Oxford University Press. [5] Zhang, Zhiguo (2019): EEG Signal Processing and Feature Extraction. Singapore: Springer Singapore. Weitere sowie aktuelle Literaturquellen werden im Rahmen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

Wellendigitalfilter					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
WDF 60220	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	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 - 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 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. Inhaltlich: keine				
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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 formulas for lattice wave digital filters

Wellendigitalfilter 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
WDF2 60663	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	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
	Hausarbeit		-	120 h	1 Studierender
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 Standardentwurfverfahren. Schaltungen mit einem nichtlinearen Bauelement können sie ebenso im Wellenbereich beschreiben. 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.				
3	Inhalte - 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 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				
4	Lehrformen Vorlesung, Übungen und Hausarbeit.				
5	Teilnahmevoraussetzungen 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. Inhaltlich: keine				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Wellendigitalfilter 2: Klausur (60 min.) und Hausarbeit mit Vortrag und (Programm)Vorführung
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 8/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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 [5] ausgewählte Spezialliteratur für die jeweilige Hausarbeit (plus eigene Recherche)

Wahlpflichtmodule Schwerpunkt KI-Systeme

Advanced Robotic Vision					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ARV 60682	240 h	8	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	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 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. 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.				
3	Inhalte • 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) ○ Exploration, Search & Rescue ○ Medical Applications (e.g. Robotic Surgery) ○ Image-based Grasping ○ Scene Reconstruction and Representation ○ Mapping and Navigation				
4	Lehrformen Theoriephase • eLearning, Literatur • Übungen mit MATLAB Case-Study oder Kombination mit Blockwoche • selbstständiges Bearbeiten eines Projekts				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: Ggf. Eingangstest wegen beschränkter Gruppengröße. Inhaltlich: Das Modul Robotic Vision sollte bestanden sein. Mathematik (insb. Lineare Algebra), Programmierung in MATLAB und Englisch lesen/hören				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Advanced Robotic Vision: Hausarbeit, Präsentation (Case-Study/Blockwoche) und mündliche Prüfung (Präsentation: 30 min. und mündliche Prüfung: 30 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Biomedizinische Informationstechnik, Embedded Systems Engineering und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem
11	Literatur [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

Architekturen verteilter intelligenter Systeme					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
AIS 60674	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	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 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.				
3	Inhalte 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. 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. Bestandteile der realzeitnahen IP-basierten Systeme können als embedded-KI-Subsysteme oder synchrone Abtastsysteme für digitale Messtechnik, Steuerungen und Regelungen ausgeführt sein. 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. 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.				
4	Lehrformen Die Lehrinhalte werden zunächst im Rahmen einer seminaristischen Vorlesung mit integriertem Übungsteil vermittelt und anhand von konkreten Use Cases im Labor untersucht. Hierbei werden gelehrte Inhalte in Form von Use Cases in kleinen Gruppen konzeptionell angewendet. Die erarbeiteten Lösungen werden unter Laborbedingungen untersucht und ausgewertet.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Pflichtvorlesungen Kommunikationstechnik 1 und/oder 2 und Signalverarbeitung 1 und/oder 2, Kenntnisse von Betriebssystemen (Linux, RTOS), ISO/OSI-Schichtenmodell und IP- basierten Protokollen				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Architekturen verteilter intelligenter Systeme: Klausur (60 min.) oder Ausarbeitung und 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle
11	Literatur [1] Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Prentice Hall/Pearson, ISBN 3-8273-7011-6 [2] L. Peterson, R. Davis, Computernetze, dpunkt Lehrbuch, ISBN 978-3-89864-491-4 [3] W. Böhmer, VPN-Virtual Private Networks, Hanser Verlag, ISBN 3-446-22930-2 [4] Alan B. Johnston, SIP- understanding the Session Initiation Protocol, Artech House, ISBN 1-58053-655-7 [5] Colin Perkins, RTP- Audio and Video for the Internet, Addison Wesley, ISBN 0672322498 [6] A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, Signale und Systeme, VCH Verlag, ISBN 3-527-28433-8 [7] I. Kunold, U. Großmann, Smart Energy and Systems 2019, VWH Verlag, ISBN 978-3-86488-159-6

Data-driven Development					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DDD	180 h	6	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Data-driven Development		3 SV / 45 h 1 P / 15 h	90 h 30 h	16 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Knowledge - Principles of data-driven approaches and how they differ from classical development methods - Fundamentals of data science and engineering - Fundamentals of machine learning - Different types of databases and their properties Skills - Use of MATLAB and Python for collecting, preprocessing, managing, analyzing, and visualization of data - Retrieve data from online services/open data sources - Model digital twins of real-world systems - Plan and implement an end-to-end machine learning project Competence – attitude - Understand the importance of data literacy in virtually all fields of engineering				
3	Inhalte • Development paradigms • Data science/engineering ○ Data collection ○ Data management ○ Data analytics ▪ Classification ▪ Regression ▪ Clustering ▪ Dimensionality reduction ○ Data visualization • Open data • Databases (SQL, NoSQL, Big Data) • Digital Twin • Machine Learning • Metrics (Key Performance Indicators/KPIs, Objectives and Key Results/OKRs) • Programming related to data engineering in MATLAB and Python • Case Studies ○ Automotive ○ Biomedical technology				
4	Lehrformen - Lectures & Exercises - Homework				

	- Discussion of research papers
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: none Inhaltlich: Basic programming skills in MATLAB and Python
6	Prüfungsformen - Individual homework: data collection, analysis, and visualization (50%) - Written or oral exam at the end of the course (50%)
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 6/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Björn Schäfer hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Björn Schäfer
11	Literatur [1] D. Frick et al., Eds., Data Science: Konzepte, Erfahrungen, Fallstudien und Praxis. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer Vieweg, 2021. doi: 10.1007/978-3-658-33403-1. [2] A. Liu, Y. Wang, and X. Wang, Data-Driven Engineering Design. Cham: Springer International Publishing, 2022. doi: 10.1007/978-3-030-88181-8.

Data Science und Softwareengineering 1					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DS1 106341	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden erlangen Wissen zu ausgewählten Kapiteln aktueller Software-Systeme für den Einsatz im Bereich Data Science und Softwareengineering. Fach- und Methodenkompetenz: • 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 Fachübergreifende Methodenkompetenz: • Erweiterung der Methodenkompetenz anhand aktueller Themenstellungen • Selbstständiges Erarbeiten neuer Themenstellungen • Erläuterung und Präsentation von neuen Themenstellungen Sozialkompetenz: 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.				
3	Inhalte 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.				
4	Lehrformen 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])				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Data Science und Softwareengineering 1 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Burkhard Igel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Burkhard Igel u.a.
11	Literatur [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 [2] J. Zumbach, He. Astleitner; Effektives Lernen an der Hochschule: Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik, Kohlhammer Verlag 2016 [3] Aktuelle Literatur je nach ausgewählten Themenstellungen

Data Science und Softwareengineering 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DS2 106351	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	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	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Fach- und Methodenkompetenz: • 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 Fachübergreifende Methodenkompetenz: • Erweiterung der Methodenkompetenz anhand aktueller Themenstellungen • Selbstständiges Erarbeiten neuer Themenstellungen • Erläuterung und Präsentation von neuen Themenstellungen Sozialkompetenz: 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.				
3	Inhalte 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.				
4	Lehrformen 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])				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: wünschenswert ist die Kenntnis der Veranstaltung Data Science und Softwareengineering 1				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Data Science und Softwareengineering 2 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Burkhard Igel hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Burkhard Igel u.a.
11	Literatur [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 [2] J. Zumbach, He. Astleitner; Effektives Lernen an der Hochschule: Ein Handbuch zur Hochschuldidaktik, Kohlhammer Verlag 2016 [3] Aktuelle Literatur je nach ausgewählten Themenstellungen

Embedded Systems for AI/ML					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ESA 60676	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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. 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.				
3	Inhalte - 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 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Modul KI-Systeme (KI) 1 oder 2 sollte bestanden sein oder parallel besucht werden. Modul Embedded Systems 1 oder 2 sollte bestanden sein oder parallel besucht werden.				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Embedded Systems for AI/ML: 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) Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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] Richard Sutton, Andrew Barto „Reinforcement Learning – An introduction“, 2 nd Edition, MIT Press, 2018 [2] Laura Graesser „Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python“, Addison-Wesley, 2019 [3] Maxim Lapan „Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods to practical problems of chatbots, robotics, discrete optimization, web automation, and more“, 2 nd Edition, Packt Publishing, 2020

Extended Reality					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
XR 106361	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Extended Reality		1 V/SV / 15 h 2 S/P / 30 h	25 h 50 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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.				
3	Inhalt (Contents) • 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 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. Zur Vertiefung der Lehrveranstaltung sind Exkursionen möglich. Sprache - Lehrveranstaltung: englisch, ggf. deutsche Anteile - Prüfung: englisch - Literatur: englisch				

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: Die Zulassung zu einer der Modulprüfungen Extended Reality oder Extended Reality 2 ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul oder das Modul Extended Reality RMS (XR-RMS) der Ruhr Master School bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Modulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Modulprüfungen oder die Modulprüfung Modul Extended Reality RMS (XR-RMS) der Ruhr Master School innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen. 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 Spiele-Engine.
6	Prüfungsformen Hausarbeiten und Referate und projektbezogene Arbeiten
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Karsten Lehn hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Karsten Lehn
11	Literatur [14] Jerald, Jason (2016). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality (Acm Books). Morgan & Claypool Publishers-Acm. [15] LaValle, Steven M. (2020). Virtual Reality. Als E-Book verfügbar unter http://lavalle.pl/vr/ . Abruf 17.6.2021. [16] Schmalstieg, Dieter; Höllerer, Tobias (2016). Augmented Reality: Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley. Weiterführende Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Extended Reality 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
XR2 106362	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Extended Reality 2		1 SV / 15 h 2 S / P 30 h Block Week / 22 h	25 h 50 h 98 h	15 Studierende 15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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) und 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 und their background in informatics and programming to develop complex application concepts and complex prototypical XR applications.				
3	Inhalt (Contents) • 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 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. Zur Vertiefung der Lehrveranstaltung sind Exkursionen möglich. Teile dieser Veranstaltung findet in der Blockwoche statt, Sprache - Lehrveranstaltung: englisch, ggf. deutsche Anteile - Prüfung: englisch - Literatur: englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: Die Zulassung zu einer der Modulprüfungen Extended Reality oder Extended Reality 2 ist zu versagen, wenn das jeweils andere Modul oder das Modul Extended Reality RMS (XR-RMS) der Ruhr Master School bereits bestanden ist. Die Zulassung zu Modulprüfungen in beiden Modulen ist unzulässig, wenn diese Modulprüfungen				

	oder die Modulprüfung Modul Extended Reality RMS (XR-RMS) der Ruhr Master School innerhalb desselben Prüfungszeitraumes oder die dafür vorgesehenen Prüfungstermine spätestens zu Beginn des folgenden Semesters stattfinden sollen. 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 Spiele-Engine.
6	Prüfungsformen Hausarbeiten und Referate und projektbezogene Arbeiten
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Karsten Lehn hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Karsten Lehn
11	Literatur (Grundlagen) [17]Jerald, Jason (2016). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality (Acm Books). Morgan & Claypool Publishers-Acm. [18]LaValle, Steven M. (2020). Virtual Reality. Als E-Book verfügbar unter http://lavalle.pl/vr/. Abruf 17.6.2021. [19]Schmalstieg, Dieter, Höllerer, Tobias (2016). Augmented Reality: Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley. Weiterführende Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung (light)					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IB-light 106381	90 h	3	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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. 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. 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.				
3	Inhalte, fachlich • Strahlungs- und lichttechnische Grundlagen • Lichtmesstechnik • Grundlagen der Farbmetrik • 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	Inhalte, fachübergreifend Zusammenstellen, Präsentieren und Bewerten von Arbeitsergebnissen. Durchführen, Protokollieren und Auswerten von Messungen, Team-/ Kommunikationsfähigkeit.				
4	Lehrformen Präsenzzeit				

	Seminar mit theoretischen und praktischen Übungen / 40 Std. in der Blockwoche
4a	Lehrformen Vorbereitungsphase Literatur-/Internetrecherche und Bearbeitung spezieller Fragen; Austausch über Lernplattform.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine
6	Prüfungsformen 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.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein: Präsenz in der Blockwoche und erfolgreiche Prüfungsleistung.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Systems Engineering in der Umwelt- und Gebäudetechnik (Westfälische Hochschule), Biomedizinische Informationstechnik (Fachhochschule Dortmund) und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote $3/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Karin Kückelhaus, Prof. Dr. Ulrich Kuipers
11	Literatur [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)

Innovative Beleuchtungssysteme – Qualität, Technik, Design u. Digitalisierung					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IB 106371	180 h	6	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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. 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. 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.				
3	Inhalte, fachlich • Strahlungs- und lichttechnische Grundlagen • Lichtmesstechnik • Grundlagen der Farbmetrik • 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	Inhalte, fachübergreifend Zusammenstellen, Präsentieren und Bewerten von Arbeitsergebnissen. Durchführen, Protokollieren und Auswerten von Messungen, Team-/ Kommunikationsfähigkeit.				
4	Lehrformen Präsenzzeit				

	Seminar mit theoretischen und praktischen Übungen / 40 Std. in der Blockwoche
4a	Lehrformen Vorbereitungsphase Literatur-/Internetrecherche und Bearbeitung spezieller Fragen; Austausch über Lernplattform.
4b	Lehrformen Nachbereitungsphase Ausgewähltes Projekt; Bearbeitung z.B. mit der Software DIALux, Modellentwicklung, Use Cases, Vortrag/Semesterarbeit.
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine
6	Prüfungsformen 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.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein: Präsenz in der Blockwoche und erfolgreiche Umsetzung des ausgewählten Projektes.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Systems Engineering in der Umwelt- und Gebäudetechnik (Westfälische Hochschule), Biomedizinische Informationstechnik (Fachhochschule Dortmund) und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 6/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Karin Kückelhaus, Prof. Dr. Ulrich Kuipers
11	Literatur [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)

Intelligente Energienetze					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
IEN 60672	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Intelligente Energienetze		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Architekturen sicherer Systeme mit Zertifikaten im Internet, die Vertraulichkeit, Integrität und Datenschutz sicherstellen sind ihnen bekannt. Middleware-Konzepte von IoT-Systemen mit Smart Metering und Feldbussystemen, deren Hardwarearchitektur und exemplarische relevante Protokolle werden von ihnen beherrscht. 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. 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. Sie sind mit den nationalen und europäischen Konzepten von Smart Grids vertraut.				
3	Inhalte - gesetzliche Anforderungen als Basis für Smart Grids - Grundprinzipien sicherer vertraulicher authentifizierter und integerer 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	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Intelligente Energie Netze: 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Michael Laskowski hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Michael Laskowski
11	Literatur [1] Gesetzestexte, Normen und Standards

Intelligente Sensoren und Aktoren					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ISA 60633	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Intelligente Sensoren und Aktoren		Kontaktzeit 3 SV / 45 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage unterschiedliche Sensoren und Aktoren in ein Netzwerk einzubinden. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse der verfügb- bzw. einsetzbaren Protokolle und Übertragungswege. 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.				
3	Inhalte 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. Im praxisbezogenen Teil wird auf der Basis einer geeigneten Prozessorplattform ein Sensor-/Aktor-Modul entworfen und realisiert.				
4	Lehrformen In der seminaristischen Veranstaltung wird zunächst ein theoretisches Grundgerüst aufgebaut und durch praxisorientierte Übungen vertieft. Der praxisbezogene Anteil wird im Verlauf der Veranstaltung gesteigert.				
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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	3. Semester (VZ) 3.-6. Semester (TZ)	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 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.				
3	Inhalte IoT-Architekturen für intelligente Energieanwendungen, Gebäudeautomatisierung und AAL sowie Industrie 4.0-Anwendungen, Messwertübertragung • 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 - Vorbereitung (Literaturrecherche) - Online Kurs Java (Selbststudium) + ggf. Tutorial (Web chat) - Präsenzphase: 1 Woche (40 h Kontaktzeit) Sprache - Unterricht: deutsch - Prüfung: deutsch - Literatur: deutsch, englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Die Pflichtmodule Kommunikationstechnik 1 und Kommunikationstechnik 2 sollten bestanden sein.				

6	Prüfungsformen Modulprüfung IoT Systems and Services: Präsentation am Ende der Blockwoche und semesterbegleitende Studienleistung und Ausarbeitung zum Semesterende
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold Lehrbeauftragte/r: M.Eng. Markus Kuller
11	Literatur [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

Reinforcement Learning					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RL 60681	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Reinforcement Learning		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	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 Beispielp Probleme anwenden. Darüber hinaus können die Studierenden das Verhalten der Agenten auswerten, beurteilen und Methoden zur Verbesserung planen.				
3	Inhalte • 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 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.				
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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] Richard S. Sutton, Andrew G. Barto "Reinforcement Learning: An Introduction", Second Edition, MIT Press, 2018 [2] Miguel Morales "Grokking Deep Reinforcement Learning", MANNING, 2020 [3] Alexander Zai, Brandon Brown "Deep Reinforcement Learning in Action", MANNING, 2020 [4] Maxim Lapan "Deep Reinforcement Learning Hands-On", Packt, 2020

Robotic Vision					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RV 60680	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	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 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. 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.				
3	Inhalte • 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) ○ Robotic Surgery ○ 3D-Endoscopy ○ Image-based Grasping ○ Scene Reconstruction ○ Mapping and Navigation				
4	Lehrformen Die seminaristische Veranstaltung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. Gleichzeitig werden in vielfältigen Aufgabenstellungen die theoretischen Lehrinhalte vertieft und direkt am PC eingeübt. 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen 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. Inhaltlich: Lineare Algebra, Grundlegende Programmierkenntnisse und Englisch lesen/hören
6	Prüfungsformen Modulprüfung Robotic Vision: Hausarbeit, Präsentation (Case-Study/Blockwoche) und mündliche Prüfung (Präsentation: 30 min. und mündliche Prüfung: 30 min.)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Biomedizinische Informationstechnik, Embedded Systems Engineering und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem
11	Literatur [1] Jähne: Digitale Bildverarbeitung, Springer [2] Neumann: Bildverarbeitung für Einsteiger, Springer [3] Szeliski: Computer Vision, Springer [4] Corke: Robotics, Vision and Control, Springer

Semantik und Datenmodelle					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SDM 60678	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	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 gelehrt 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 1 und/oder Kommunikationstechnik 2, 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	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) gemäß Katalog der Ruhr Master School				
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				

10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Ingo Kunold, Prof. Dr. Hendrik Wöhrle
11	Literatur [1] Erbs, Karczewski, Schestag, Datenbanken: Datenmodelle, Objekte, WWW, XML, VDE Verlag, ISBN 978-3800727216 [2] Graeme Simsion: Data Modeling. Theory and practice. Technics Publications, 2007, ISBN 978-0-9771400-1-5 [3] Java Semantic Web Framework, https://jena.apache.org , Apache Software Foundation [4] SAREF- Smart Applications Reference ontology, https://saref.etsi.org/index.html , ETSI [5] ETSI TS 103 264, https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103200_103299/103264/03.01.01_60/ts_103264v030101p.pdf [6] Web of Things, W3C Recommendation , https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/ [7] Web Things API, Mozilla, W3C unofficial Draft, https://iot.mozilla.org/wot/ [8] I. Kunold, U. Großmann, Smart Energy and Systems 2019, VWH Verlag, ISBN 978-3-86488-159-6

Statistik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
STA 11012	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 • 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Lara Schlaffke hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Lara Schlaffke
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

Schwerpunkt Embedded Systems

Automotive Systems					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ASY 60675	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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: - 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 Autonomen Fahrens zu analysieren				
3	Inhalte - Automotive-Softwareentwicklung und Systems Engineering - o SPICE - o Testing - o SW Module Testing - o V Model - o FIT - o Requirements management - SOTIF und Functional Safety - o ISO26262 - Systemarchitekturen - AUTOSAR und adaptive AUTOSAR - Vernetzung und Fahrzeugkommunikation - Sensoren für Autonomes Fahren - Umfeldwahrnehmung und Pfadplanung				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlagen der SW-Entwicklung, Statistik, Programmierkenntnisse (C++ sowie Matlab und/oder Python)				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Automotive Systems: 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) Masterstudiengänge Biomedizinische Informationstechnik, Embedded Systems Engineering und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 4/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Andreas Becker hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Andreas Becker Lehrbeauftragte/r: Dr. Björn Schäfer
11	Literatur [1] Maurer, Winner: Automotive Systems Engineering [2] Winner, Prokop, Maurer: Automotive Systems Engineering II [3] Winner, Hakuli, Lotz, Singer: Handbuch Fahrerassistenzsysteme

Digital Design Lab					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DDL 60666	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 • 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
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 auf FPGAs					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
DSVF 106321	120 h	4	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden können die Grundlagen des digitalen Schaltungsentwurfs auf FPGAs erläutern und anwenden. Sie können wissenschaftliche Publikationen aus dem Themenfeld der Vorlesung verstehen und daraus Ansätze zur Lösung von gegebenen Problemen entwickeln.				
3	Inhalte - Architektur von Programmierbaren Logikbausteinen (FPGAs) - Entwurf digitaler Schaltungen - Synthese und Verifikation digitaler Schaltungen mit System Verilog - Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Höhere Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik, Physik, Theoretische Elektrotechnik und Programmierung				
6	Prüfungsformen Modulprüfung Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs: Klausur (60 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Benjamin Menküc hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Benjamin Menküc				

11	Literatur
	[1] Meyer-Baese, Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays, 2014
	[2] Goebel, Einführung in die Halbleiterschaltungstechnik, 2019
	[3] Ingle/Proakis, Digital Signal Processing using Matlab, 2017
	[4] Kammeyer/Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, 2018

Elektronik 1 in der Medizintechnik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
EMT 1 11220	120 h	4	1.-3. Semester	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Elektronik 1 in der Medizintechnik		3 SV / 45 h	75 h	30 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen wesentliche Faktoren erläutern, die die Anforderungen bei der Entwicklung medizinelektronischer Systeme bestimmen, und können für ein konkretes medizinelektronisches System eine erste Anforderungsanalyse durchführen. Die Studierenden kennen die wesentlichen regulatorischen sowie medizinisch-biophysikalischen Grundlagen bei der Entwicklung medizinelektronischer Systeme. Die Studierenden können die Mess- und Transduktionsprinzipien wichtiger physiologischer Größen sowie deren Einsatz in der klinischen Diagnostik erläutern. Die Studierenden können wesentliche Schaltungskonzepte zur Erfassung und Verstärkung von Messsignalen in der biomedizinischen Technik erläutern und die zugehörigen Bauteile gemäß Vorgaben auslegen. Die Studierenden kennen wesentliche Störquellen, die die Signalqualität medizinelektronischer Systeme beeinträchtigen können, sowie Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Kompensation dieser Störungen.				
3	Inhalt (Contents) Die Lehrveranstaltung bietet eine Einführung in die Entwicklung medizinelektronischer Systeme. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den regulatorischen, medizinischen und biophysikalischen Grundlagen sowie der Erfassung diagnostisch relevanter physiologischer Größen. Weitere Themen werden in der Lehrveranstaltung <i>Elektronik 2 in der Medizintechnik</i> behandelt werden. Im Anwendungsbereich liegt der Schwerpunkt auf tragbarer Sensorik. Die folgenden Themenbereiche werden in der Lehrveranstaltung behandelt: • Anwendungsbereiche medizinelektronischer Systeme • Anforderungen an medizinelektronische Systeme • Epidemiologische Grundlagen • Regulatorische Grundlagen • Biosignalerfassung				
4	Lehrformen Seminaristische Vorlesung mit Übungen Sprache - Lehrveranstaltung: deutsch - Prüfung: deutsch - Literatur: deutsch/englisch				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlagen der Elektrotechnik Sensorik & Messtechnik				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Elektronik 1 in der Medizintechnik: 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
9	Stellenwert der Note für die Endnote $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Dr. Jens Kirchner hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Dr. Jens Kirchner
11	Literatur Medizinelektronik [1] J. Eichmeier: „Medizinische Elektronik. Eine Einführung“, Springer, 3. Aufl., 1997. [2] V. K. Khanna: „Implantable Medical Electronics. Prosthetics, Drug Delivery, and Health Monitoring“, Springer, 2016. [3] R. Kramme: „Medizintechnik. Verfahren – Systeme – Informationsverarbeitung“, Springer, 3. Aufl., 2017. [4] R. B. Northrop: „Noninvasive Instrumentation and Measurement in Medical Diagnosis“, CRC Press, 2002. [5] J. G. Webster, A. J. Nimunkar: „Medical Instrumentation. Application and Design“, Wiley, 5. Aufl., 2020. Schaltungstechnik [9] P. Horowitz, W. Hill: „The Art of Electronics“, Cambridge University Press, 3. Aufl., 2019. [10] S.J.G. Gift, B. Maundry: „Electronic Circuit Design and Application“, Springer, 2021. [11] W. F. Oehme, M. Huemer, M. Pfaff: „Elektronik und Schaltungstechnik“, Carl Hanser, 2. Aufl., 2011. [12] U. Tietze, C. Schenk, E. Gamm: „Halbleiterschaltungstechnik“, Springer Vieweg, 16. Aufl., 2019.

Elektronik 2 in der Medizintechnik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
EMT 2 11221	120 h	4	2.-4. Semester	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Elektronik 2 in der Medizintechnik		3 SV / 45 h	75 h	30 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Verstärkung und Filterung von Signalen und können deren jeweilige Vor- und Nachteile erläutern. Die Studierenden sind ferner in der Lage, die Bauteile von Verstärker- und Filterkomponenten in elektronischen Schaltungen nach Vorgaben auszulegen. Die Studierenden können den Vorgang der Analog-Digital-Wandlung und die dabei auftretenden Fehler erläutern. Die Studierenden kennen ferner die Vor- und Nachteile analoger bzw. digitaler Bauteile sowie wesentliche Kriterien zur Entscheidung, ob elektronische Funktionen in analoger oder digitaler Domäne durchgeführt werden. Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der Energieversorgung tragbarer und implantierbarer medizintechnischer Systeme und können deren Vor- und Nachteile erläutern. Die Studierenden kennen wesentliche Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs Die Studierenden sind vertraut mit Konzepten des Energy Harvestings bei tragbaren und implantierbaren Systemen sowie den elektronischen Komponenten solcher Module. Die Studierenden sind vertraut mit dem Mooreschen Gesetz sowie Konzepten, die über die reine Komplexitätssteigerung integrierter Bauteile hinaus zu medizintechnischen Innovationen beitragen können („More than Moore“).				
3	Inhalt (Contents) Die Lehrveranstaltung bietet eine Einführung in die Entwicklung medizinelektronischer Systeme. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Signalkonditionierung, Analog-Digital-Wandlung, Energieversorgung und Datenübertragung. Die Lehrveranstaltung schließt an die SV <i>Elektronik 2 in der Medizintechnik</i> an. Im Anwendungsbereich liegt der Schwerpunkt auf tragbarer Sensorik. Die folgenden Themenbereiche werden in der Lehrveranstaltung behandelt: • Signalkonditionierung: Verstärker und Filter • Analog-Digital-Wandlung und Analog-Digital-Balance • Energieversorgung von tragbaren und implantierbaren Systemen • Datenübertragung • More than Moore				
4	Lehrformen Seminaristische Vorlesung mit Übungen Sprache - Lehrveranstaltung: deutsch - Prüfung: deutsch - Literatur: deutsch/englisch				

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Elektronik 1 in der Medizintechnik Grundlagen der Elektrotechnik Sensorik & Messtechnik
6	Prüfungsformen Modulprüfung Elektronik 2 in der Medizintechnik: 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
9	Stellenwert der Note für die Endnote $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Dr. Jens Kirchner hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Dr. Jens Kirchner
11	Literatur Medizinelektronik [6] J. Eichmeier: „Medizinische Elektronik. Eine Einführung“, Springer, 3. Aufl., 1997. [7] V. K. Khanna: „Implantable Medical Electronics. Prosthetics, Drug Delivery, and Health Monitoring“, Springer, 2016. [8] R. Kramme: „Medizintechnik. Verfahren – Systeme – Informationsverarbeitung“, Springer, 3. Aufl., 2017. [9] R. B. Northrop: „Noninvasive Instrumentation and Measurement in Medical Diagnosis“, CRC Press, 2002. [10] J. G. Webster, A. J. Nimunkar: „Medical Instrumentation. Application and Design“, Wiley, 5. Aufl., 2020. Schaltungstechnik [18] P. Horowitz, W. Hill: „The Art of Electronics“, Cambridge University Press, 3. Aufl., 2019. [19] S.J.G. Gift, B. Maundry: „Electronic Circuit Design and Application“, Springer, 2021. [20] W. F. Oehme, M. Huemer, M. Pfaff: „Elektronik und Schaltungstechnik“, Carl Hanser, 2. Aufl., 2011. [21] U. Tietze, C. Schenk, E. Gamm: „Halbleiterschaltungstechnik“, Springer Vieweg, 16. Aufl., 2019.

Embedded Systems Hardware Design and Rapid Prototyping					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ESH 10417	180 h	6	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Embedded Systems Hardware Design and Rapid Prototyping		4 SWS / 60 h	120 h	20 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Knowledge: - Knows principles of schematic and layout design for embedded systems - Knows theoretical foundations of power-and signal integrity - Knows theoretical foundations and norms required for EMI precompliance testing Skills: - Can create a schematic of an embedded system using modern design tools - Can create a layout of an embedded system while applying signal and power integrity principles - Can assemble a PCB prototype with SMD components using different soldering techniques - Can perform hardware debugging using modern measuring equipment - Can perform compliance testing of high-speed interfaces - Can perform EMI precompliance testing Competence –attitude: - Can break down a complex task into work packages and meet deadlines - Can communicate and find solutions with domain experts - Can present project status and results to an audience				

3	Inhalte This course covers all the steps from an idea to a working embedded system prototype. Rapid prototyping of embedded systems and electronic circuits in general is an essential tool in research and product development, because designing and prototyping is a cycle that is usually iterated a few times and should therefore be as fast as possible. Furthermore, the insights which result from rapid prototyping can directly go into the next design cycle. This course applies a project-based learning approach, where every student designs his own embedded system from schematic to layout. The complexity of the project can vary according to prior knowledge and experience of the individual student –it can be for example a simple 4-layer 32-bit microcontroller design using an ARM cortex M3 or a very complex 6 layer design using a Xilinx Zynq device, which is an integrated System on Chip and FPGA. After the layout is done the printed circuit boards (PCBs) will be manufactured externally. The students will then perform assembly and testing of their prototype. The practical lab work will be accompanied by lectures that present the theoretical foundations, which are necessary to create a good design and solve problems quickly. The presented topics include principles of signal and power integrity of high-speed embedded systems, compliance measurements of modern interfaces like gigabit ethernet and EMI precompliance testing. 1. Introduction to schematic design tools 2. Schematic design of an embedded system (homework + presentation) 3. Introduction to layout design tools 4. Principles of signal and power integrity a. Target impedance b. Decoupling capacitors c. Power planes d. Impedance and length matching of traces for high speed signals 5. Microstrip antennas 6. Layout of an embedded system (homework + presentation) 7. Soldering techniques (classical, hot air, reflow) 8. Prototype assembly (lab work) 9. Hardware debugging techniques using modern measuring equipment 10. Testing and validation of embedded systems (lab work) a. Code generation to activate peripherals for testing b. Compliance testing of peripherals (i.e. Ethernet, DDR3, Bluetooth) 11. Theoretical fundamentals of EMI precompliance testing a. Conducted emissions according to CISPR standards b. Radiated emissions according to CISPR standards c. Measurement methods (Antenna, LISN) 12. EMI precompliance testing (emissions) using a spectrum analyzer (lab work)
4	Lehrformen • Lectures, lab work, homework • Access to modern measuring equipment (oscilloscope, vector network analyzer) • Access to recent research papers
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Höhere Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik und Physik

6	Prüfungsformen Modulprüfung Embedded Systems Hardware Design and Rapid Prototyping: Mündliche Präsentation (10 min.) am Ende des Kurses (50 %) und Ergebnisse aus der Heimarbeit/Laborarbeit (50 %)
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 6/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Benjamin Menküc hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Benjamin Menküc
11	Literatur [1] Principles of Power Integrity for PDN Design, Smith and Bogatin, Prentice Hall (2019) [2] High-Speed Circuit Board Signal Integrity, Thierauf, Artech House (2017) [3] Characterization of Power Distribution Networks, Novak and Miller, Artech House (2007) [4] KiCad Like a Pro, Dalmaris, Tech Explorations (2018)

Hardware-Software-CoDesign					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
HSC 106331	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Hardware-Software-CoDesign		2 SV / 30 h 1 P / 15 h	50 h 25 h	15 Studierende 15 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Das Ziel dieses Moduls ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, kombinierte Hardware (HW) und Software (SW)-Systeme für digitaltechnische und insbesondere eingebettete Systeme zu konzeptionieren, zu beurteilen und zu entwickeln. Die Studierenden kennen die Entwurfsmethoden für kombinierte HW/SW-Systeme und den gesamten Design-Flow von der Spezifikation bis zur Implementierung der einzelnen Hardware- und Software-Komponenten. Sie kennen die wichtigsten Schritte des Hardware-Entwurfes und der Software-Entwicklung sowie die Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Berührungspunkte der beiden Bereiche. Die Studierenden können HW/SW-Systeme entwerfen und partitionieren. Sie können die wichtigsten Werkzeuge zur kombinierten Entwicklung von HW- und SW-Komponenten einsetzen und HW/SW-Systeme spezifizieren, analysieren und implementieren. Die Studierenden verstehen wie ein HW/SW-System mit anderen Systemen kommunizieren und interagieren kann und wie ein HW/SW-Teilsystem in ein komplexeres und umgebendes Gesamtsystem eingebunden und integriert werden kann.				
3	Inhalte - Eigenschaften und Architekturen von Hardware-Komponenten für digitaltechnische und eingebettete Systeme - Aufbau und Funktionsweise von Mikroprozessoren - System-on-Chips und Multi-Prozessor System-on-Chips - Serielle und Parallele Ausführung von Software - Pipelining, Superskalarität, VLIW, SIMD, MIMD - Datenaustausch, Speicher und Caches - Benchmarking und Performance-Messung - Kommunikationsschnittstellen und -protokolle in eingebetteten Systemen, Busse - PCBs und Schaltkreise - Design-Methoden und -prozesse - Hardware-Beschreibungssprachen - High-Level-Synthese - Hardware-Software-Partitionierung - Simulation und Verifikation - Synthese programmierbarer Logik - Verwendung von Prototypen - Hardware-in-the-Loop - Entwicklungstools und Tool-Chains				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine				

	Inhaltlich: Der zeitgleiche Besuch der Veranstaltung Embedded Systems 1 oder Embedded Systems 2 wird empfohlen.
6	Prüfungsformen Modulprüfung Hardware-Software-CoDesign: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung mit Darstellung der Ergebnisse des Praktikumsteils (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 $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: N.N. Das Modul soll durch einen noch zu benennenden Lehrbeauftragten gelesen werden.
11	Literatur [1] J. Teich, Chr. Haubelt: „Digitale Hardware/Software-Systeme“ [2] P. Marwedel “Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things” [3] D. A. Patterson, J. L. Hennessy “Computer Architecture: A Quantitative Approach”

Mikroelektronik					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
ME 60041	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	-	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 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. 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.				
3	Inhalte Grundlegende und aktuelle Fertigungstechniken und -prozesse für die Mikrosystemtechnik und deren Zusammenhang mit den Bauelementeigenschaften. Lithografie, Schichterzeugung, Schichtstrukturierung, Metallisierung, Ionenimplantation, Layout, Prozessarchitektur. Erweiterte Darstellung der halbleiterphysikalischen Grundlagen. Eigenschaften und Modelle von MOS-Transistoren, CMOS-Technologie, Fertigungsverfahren, CMOS-Fertigungsprozess mit Prozessergänzungen für Mixed Signal und MEMS Anwendungen. Grundlegende Schaltungstechnische Anwendungen und deren Eigenschaften.				
4	Lehrformen 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
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) Als Pflichtmodul im Masterstudiengang Informations- und Elektrotechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School				

9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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

Radar Systems					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RSY 10420	180 h	6	2.-3. Semester (VZ) 2.-6. Semester (TZ)	Wintersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Radar Systems		4 SV / 60 h	120 h	25 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen In conjunction with LiDAR and cameras, radars sensors are a key technology for automated driving. This module introduces students into radars sensors with an emphasis on signal processing. Several case studies are discussed based on Matlab-Code and usage of demonstration boards of vendors like Texas Instruments. Knowledge • Knows relevant basics of wave propagation and antenna theory • Knows basic elements of radar sensors including modulation • Knows major blocks of radar signal processing including state estimation • Knows current trends in radar signal processing Skills • Can implement basic algorithms like target detection, angle finding and sub-bin range estimation • Can implement basics tracking algorithms Competence - attitude • Can discuss requirements and features in the area of automotive radar • Understands limitations and translates between different domains • Can lead cross domain usage of radar sensors Skills trained in this course: theoretical, practical and methodological skills				
3	Inhalte • Wave propagation and antennas • Block diagram • Modulation • Spectral analysis • State Estimation and Tracking • Current trends in radar signal processing • Applications				
4	Lehrformen • Lectures, Labs (with Matlab/Simulink) • Access to tools and tool tutorials • Access to recent research papers • Access to demonstration boards • Block week • Guest talk by industry experts				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Höhere Mathematik, Signal- und Systemtheorie, Kenntnisse in Matlab und/oder Python				

6	Prüfungsformen Modulprüfung Radar Systems: Written Exam (60 min) at the end of the course (50%) and homework (50%) with demonstration/presentation. Homework deals with aspects of signal processing for use cases in automotive or robotics. Homework is teamwork and can be based upon demonstration boards and/or Matlab/Python and public dataset. Homework can be based upon block week.
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Biomedizinische Informationstechnik, Embedded Systems Engineering und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote $6/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Andreas Becker hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Andreas Becker, Prof. Dr. Jörg Thiem
11	Literatur [1] Stergiopoulos, Advanced Signal Processing, CRC Press, 2009 [2] Kay, S.; Fundamentals of Statistical Signal Processing, Vol. I: Estimation Theory, Prentice Hall, 1993 [3] Mahafza, Radar Signal Analysis and Processing using Matlab, CRC Press, 2016 [4] Winner, Handbuch Fahrerassistenzsysteme, Springer, 2015 [5] IEEEExplore: Several papers will be used throughout lecture

Robotics					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
RO 60123	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 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. Sie können Roboter-Softwaretools einsetzen und relevante Parameter an aktuelle Aufgabenstellungen adaptieren. Mit Werkzeugen wie MATLAB/Simulink oder anderen Toolboxes und Hochsprachen sind die Studierenden in der Lage, komplexere Robotik Aufgaben zu lösen.				
3	Inhalte • 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 Die seminaristische Veranstaltung dient der Vermittlung der theoretischen Inhalte. Gleichzeitig werden in vielfältigen Aufgabenstellungen die theoretischen Lehrinhalte vertieft und direkt am PC eingeübt. 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.				

5	Teilnahmevoraussetzungen 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. Inhaltlich: Lineare Algebra, Grundlegende Programmierkenntnisse und Englisch lesen/hören
6	Prüfungsformen Modulprüfung Robotics: Klausur (60 Minuten), Hausarbeit und 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 $8/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Jörg Thiem hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Jörg Thiem
11	Literatur [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

Signals and Systems for Automated Driving					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
SSAD 10404	180 h	6	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Signals and Systems for Automated Driving		Kontaktzeit 4 SWS / 60 h	Selbststudium 120 h	Gruppengröße 25 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Knowledge - 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 Skills - Can develop tracking algorithms - Can develop radar signal processing algorithms - Can analyze requirements for subsystems of automated driving Competence – attitude - 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 Skills trained in this course: theoretical, practical and methodological skills.				
3	Inhalte 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. - Technology overview - Sensors - Signal processing - Actuators & Vehicle Control - System Architectures - System Engineering - ISO 26262 - Legal frameworks				
4	Lehrformen Lectures, Labs (with Matlab/Simulink)				

	• Access to tools and tool tutorials • Access to recent research papers • Company visit
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: higher mathematics, programming, signal processing
6	Prüfungsformen Modulprüfung Signals and Systems for Automated Driving: Oral Exam (30 min.) at the end of the course (50%) and group work as homework (50%)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengänge Embedded Systems Engineering, Biomedizinische Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Master School
9	Stellenwert der Note für die Endnote 6/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
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

Wearables					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
WEA 11208	240 h	8	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	1
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Wearables		6 SV / 90 h	150 h	35 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind dazu in der Lage... • technische Herausforderungen beim mobilen Einsatz von Wearables zu erläutern • die zuverlässige und konsistente Speicherung von Sensordaten auf einem eingebetteten System zu konzipieren und umzusetzen • Daten eines Wearables drahtgebunden und kabellos (z.B. über Bluetooth) zu übertragen • multisensorielle Messdaten selbstständig zu analysieren und zu interpretieren • grundlegende Prinzipien und Zielgrößen der Sensorkalibrierung (z.B. Offset, Skalierung, Bias/Drift) zu erklären • geeignete Kalibrierverfahren anzuwenden, um RAW-Sensordaten in physikalische Größen zu überführen • anhand von Inertialsensordaten die 3D-Orientierung eines Wearables zu bestimmen. • Sensordaten geeignet zu fusionieren, um verbesserte Zustandsschätzungen zu erzielen				
3	Inhalte • Beschleunigungs- und Drehratensensoren, MEMS-Technologie • Speicherstrategien für Sensordaten auf eingebetteten Systemen • Standards zur drahtlosen Datenübertragung von Wearables • Sensordatenanalyse und -beurteilung • Kalibrierverfahren für Sensordaten • Mathematische Darstellungsformen für 3D-Rotationen/-Orientierungen, • Methoden zur inertialsensorbasierten 3D-Orientierungsbestimmung • Sensorfusion				
4	Lehrformen Die Lehrinhalte werden in einer Kombination aus Vorlesungen, Übungen und praktischen Anteilen vermittelt. In Form von Vorlesungen werden die Lehrinhalte vermittelt. Übungen dienen der Vertiefung durch eigenständiges Bearbeiten von Aufgaben. Die praktischen Anteile bestehen aus selbstständig von den Studierenden zu lösenden praktischen Aufgaben, in denen die Lehrinhalte angewendet, erprobt und reflektiert werden. Sprache - Lehrveranstaltung: deutsch oder englisch, Folien englisch - Prüfung: deutsch oder englisch - Literatur: deutsch und englisch				

5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Signalverarbeitung, Digitaltechnik, Mikroprozessortechnik und hardwarenahen Programmierung (C/C++)
6	Prüfungsformen Modulprüfung Wearables: Semesterbegleitende Aufgaben und mündliche Abschlussprüfung oder schriftliche Abschlussklausur
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Modulprüfung muss bestanden sein.
8	Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Masterstudiengang Informationstechnik und gemäß Katalog der Ruhr Metropolitan School (RMS)
9	Stellenwert der Note für die Endnote 8/90 x 60 % (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Biomedizinische Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Puian Tadayon hauptamtlich Lehrende/r: Prof. Dr. Puian Tadayon
11	Literatur [6] Aktuelle Literatur wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben

Wahlpflichtmodule Schlüsselqualifikationen

Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
NTG 60679	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	jährlich	7 Präsenztage
1	Lehrveranstaltungen fünftägige Summer School der RMS zweitägige Fachtagung der RMS		Kontaktzeit 35 h 12 h	Selbststudium 73 h	Gruppengröße
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. 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.				
3	Inhalte 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 1. Smarte Systeme 2. Industrie 4.0 3. Digitalisierung 4. Energie 5. Modellbildung 6. Simulation 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. 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. Auf einer zweitägigen Fachkonferenz zu einem der o.g. Themenbereiche werden Einblicke in aktuelle Trends und Projekte in der Fachgemeinschaft gegeben.				
4	Lehrformen Die Summer School gliedert sich in zwei Lehrformen auf: • Vorträge von Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie sowie Diskussion • Workshops zur Vertiefung des erworbenen Wissens Fachkonferenz: • Wissenschaftliche Vorträge • Fachdiskussionen				
5	Teilnahmevoraussetzungen				

	Formal: keine Inhaltlich: keine
6	Prüfungsformen Modulprüfung Nachhaltigkeit in smarten Technologien und Gesellschaft: 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)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten • Regelmäßige, verpflichtende Teilnahmen an der RMS Summer School und der RMS Fachkonferenz • 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Ingo Kunold hauptamtlich Lehrende/r: RMS Direktor*innen bzw. Vertreter*innen
11	Literatur

Projektmanagement und Projektplanung					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
PMP 60683	120 h	4	1.-3. Semester (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	Sommersemester	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 $4/90 \times 60 \%$ (gemäß § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
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 (VZ) 1.-6. Semester (TZ)	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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)				
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 106131	180 h	6	1. Semester (VZ) 1.-2. Semester (TZ)	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Projektarbeit 1		Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 150 h	Gruppengröße 5 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und die Vorgehensweise sowie die gewonnenen Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.				
3	Inhalte Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 1 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Informationstechnik festgelegt. Die Bearbeitung der Projektarbeit 1 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.				
4	Lehrformen 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. 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: keine Inhaltlich: keine				
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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informationstechnik
11	Literatur

Projektarbeit 2					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
PA 2 60722	180 h	6	2. Semester (VZ) 3.-4. Semester (TZ)	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Projektarbeit 2		Kontaktzeit 30 h	Selbststudium 150 h	Gruppengröße 5 Studierende
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.				
3	Inhalte Das Thema und der Inhalt der Projektarbeit 2 wird in Absprache mit einer betreuenden Professorin oder einem betreuenden Professor des Studiengangs Informationstechnik festgelegt. Die Projektarbeit 2 soll möglichst inhaltlich auf die Projektarbeit 1 aufsetzen und das Aufgabengebiet erweitern. Die Bearbeitung der Projektarbeit 2 umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.				
4	Lehrformen 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. 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: Die Zulassung zur Modulprüfung des Moduls „Projektarbeit 2“ setzt gemäß § 19 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik das Bestehen der Modulprüfung des Moduls „Projektarbeit 1“ voraus. Inhaltlich: keine				

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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informationstechnik
11	Literatur

Master-Studienarbeit					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
MSA 121-127	420 h	14	3. Semester (VZ) 5.-6. Semester (TZ)	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen Master-Studienarbeit		Kontaktzeit 20 h	Selbststudium 400 h	Gruppengröße 1 Studierende(r)
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen 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. Die Studierenden sind in der Lage, eigene Arbeiten schriftlich aufzubereiten, zu dokumentieren, zu präsentieren und gewonnene Ergebnisse gegenüber anderen zu vertreten.				
3	Inhalte Das Thema und der Inhalt der Masterstudienarbeit wird in Absprache mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor des gewählten Schwerpunktes im Studiengang Informationstechnik festgelegt. Die Bearbeitung der Masterstudienarbeit umfasst neben der Umsetzung der Aufgabenstellung auch deren Dokumentation und Präsentation.				
4	Lehrformen 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. 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: siehe § 19 Abs. 3 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik 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 § 33 Abs. 2 Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informationstechnik
11	Literatur

Master-Thesis					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
MT 102	780 h	26	4. Semester (VZ) 7.-8. Semester (TZ)	jedes Semester	1 Semester
1	Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
	Master-Thesis		30 h	750 h	-
2	Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Aufgaben der Informationstechnik 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. 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.				
3	Inhalte Das Thema und der Inhalt der Thesis wird in Absprache mit der betreuenden Professorin oder dem betreuenden Professor des gewählten Schwerpunktes im Studiengang Informationstechnik festgelegt. Die Bearbeitung der Thesis umfasst die Lösung der gestellten Aufgabe und deren Dokumentation hinsichtlich der Vorgehensweise, der Randbedingungen und des erzielten Ergebnisses.				
4	Lehrformen 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. 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.				
5	Teilnahmevoraussetzungen Formal: siehe § 27 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik 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 § 33 Abs. 2 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik (Notengewicht: 30 %)
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informationstechnik
11	Literatur

Kolloquium					
Kennnummer	Workload	Credits	Studiensemester	Häufigkeit	Dauer
KOLL 101	120 h	4	4. Semester (VZ) 8. Semester (TZ)	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 Informationstechnik 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 (60 min.) gemäß § 30 Abs. 2 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik				
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 § 33 Abs. 2 der Studiengangsprüfungsordnung (StgPO) für den Masterstudiengang Informationstechnik (Notengewicht: 10 %)				
10	Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulbeauftragte/r: Prof. Dr. Hendrik Wöhrle hauptamtlich Lehrende/r: alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Informationstechnik				
11	Literatur				