

**Modulhandbuch für den Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie  
(universitäres Profil),  
Master of Science, Prüfungsordnung 2022**

**Inhaltsverzeichnis**

**Gesamtkonto**

13601 Master-Arbeit .....	3
13603 Berufspraktikum .....	5

**Kognitions- und Neurowissenschaft**

11374 Einführung in die Künstliche Intelligenz .....	7
11847 Neural Networks and Learning Theory .....	9
12450 Neuronale Netze und Lerntheorie .....	12
13335 Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology .....	15
13467 Kommunikation .....	17
13847 Cognitive Systems: Behavior Control .....	19
13849 Introduction to Computational Neuroscience .....	21
13942 Foundations of Psychophysiology .....	23
33432 Angewandte Medienwissenschaften .....	25

**Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik**

11375 Systementwurf für minimale Verlustleistung .....	27
11886 Dependability and Fault Tolerance .....	29
12284 Elektrodynamik .....	31
12406 Hardware / Software Codesign für eingebettete Systeme .....	33
12465 Experimentelle Untersuchung von drahtlosen Sensornetzen .....	35
12975 Internet - Functionality, Protocols, Applications .....	37
12976 Processor Architecture .....	39
12979 Internet Measurements and Forensics .....	41
13009 Semiconductor Technology .....	43
13841 Speech Processing .....	46
14316 Antennas I .....	48
14318 Antenna Design Laboratory I .....	50
14362 Radar Systems .....	52
14442 Radio Frequency Integrated Circuit Design Lab .....	54
14450 Hardware/Software Codesign for Embedded Systems .....	56
33328 Grundlagen der Hochfrequenztechnik .....	58

**Software-basierte Systeme**

11289 Softwaretechnik .....	61
11352 Informations- und Kodierungstheorie .....	63

11415 Graphentheorie .....	65
11450 Effiziente Algorithmen .....	67
11862 Pervasive System Security .....	69
11863 Hands on Knowledge for Side Channel Attacks .....	72
11864 Wireless Sensor Networks: Concepts, Protocols and Applications .....	74
12339 Betriebssysteme II (Speicherverwaltung: Mechanismen und Strategien) .....	76
12349 Moderne Funktionale Programmierung .....	78
12422 Datenbanktechnologie .....	80
12432 Verteilte und Parallele Systeme II (Nebenläufigkeit, Replikation, Konsistenz) .....	82
12458 Algebraische Rechenmodelle .....	84
12472 Einführung in die Constraint-Programmierung .....	86
12517 Verteilte und Parallele Systeme III (Middleware Fallstudien) .....	88
12518 Betriebssysteme III (Fallstudien) .....	90
12882 Embedded Real-Time Systems .....	92
12973 Network and System Security .....	94
13490 Secure Cyber-Physical Systems .....	96
13839 Advanced Database Models .....	99
13969 Introduction to Cyber Security .....	101
14021 Explainable Machine Learning .....	103
14034 Languages of Artificial Intelligence .....	105
14085 Graph Theory .....	107
14459 Data-Warehouse-Technologien .....	109
14460 Einführung Information Retrieval .....	111
14726 Mathematical Optimization Techniques and Applications .....	113
<b>Seminare oder Praktika</b>	
11290 Praktikum Softwaretechnik .....	115
12416 Praktikum Betriebssysteme .....	117
12418 Praktikum Verteilte und Parallele Systeme .....	119
12427 Fortgeschrittenenpraktikum Rechnernetze und Kommunikationssysteme .....	121
12462 Seminar .....	123
12463 Seminar .....	125
12474 Praktikum Programmiersprachen und Compilerbau .....	127
12790 Seminar Advanced Topics in Network and System Security .....	129
<b>Erläuterungen .....</b>	<b>131</b>

**Modul 13601 Master-Arbeit**

zugeordnet zu: Gesamtkonto

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13601	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Master-Arbeit</b>
	Master Thesis
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. habil. Cunningham, Douglas
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Semester
<b>Leistungspunkte</b>	30
<b>Lernziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Fähigkeit, eine anspruchsvolle technisch-wissenschaftliche Aufgabe von begrenztem Umfang, unter Anleitung selbstständig und erfolgreich, in begrenzter Zeit zu bearbeiten und dabei theoretische und praktische Kenntnisse wissenschaftlich begründet zur Lösung des Problems einzubringen und weiterzuentwickeln. Die Erarbeitung neuer Kenntnisse und Techniken ist eine herausragende Zielstellung. Sie können wissenschaftliche Zusammenhänge verständlich in schriftlicher und mündlicher Form darstellen.
<b>Inhalte</b>	Die Aufgabenstellung der Master-Arbeit kann praktischer und theoretischer Natur sein und soll den im Berufsleben auftretenden anspruchsvollen Problemstellungen entsprechen. Zu ihrer Lösung sind die im Studium vermittelten und in der aktuellen Fachliteratur zugänglichen Kenntnisse und Techniken einzusetzen bzw. weiterzuentwickeln. Der konkrete Inhalt der Aufgabe wird vom Mentor bestimmt.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 13603 - Berufspraktikum</li> <li>• mindestens 78 LP</li> </ul>
	Siehe PStO Künstliche Intelligenz Technologie § 8 Master-Arbeit Absatz (2).
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Hausarbeit - 870 Stunden

Seminar - 2 SWS

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Literaturliste zur Einarbeitung wird vom Betreuer bereitgestellt. Labor-Ausrüstung, Software, Dokumentation werden gestellt (je nach Thema).
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schriftliche Ausarbeitung (Master-Arbeit), durch mindestens zwei Prüfer benotet, 75% Anteil an Note</li><li>• Präsentation und mündliche Prüfung (Kolloquium), benotet, 25% Anteil an Note</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Pflichtmodul Die Bearbeitungszeit beträgt 24 Wochen.</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konsultationen (optional nach Vereinbarung)</li><li>• gegebenenfalls Zwischenvortrag im Rahmen eines Oberseminars</li><li>• Kolloquium</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>110304</b> Kolloquium Medienwissenschaftliches Forschungskolloquium - 2 SWS

## Modul 13603 Berufspraktikum

zugeordnet zu: Gesamtkonto

### Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13603	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Berufspraktikum</b>
	Internship
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. habil. Cunningham, Douglas
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Semester
<b>Leistungspunkte</b>	10
<b>Lernziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit im beruflichen Umfeld eine Teilaufgabe aus einem größeren Projekt zu verstehen, zu übernehmen, zu bearbeiten und die Ergebnisse zu dokumentieren. Erlernt wurden insbesondere der Arbeitsablauf und die Gruppen-Organisation im beruflichen Umfeld. Sie können ihre erworbenen praktischen und theoretischen Kenntnisse in der Berufswelt anzuwenden und die Relevanz wissenschaftlicher Themen einzuschätzen.
<b>Inhalte</b>	Eine zeitlich begrenzte Aufgabe wird mit Methoden der Informatik in einer externen Einrichtung bearbeitet. Die Aufgabe ist abhängig von der Einrichtung, sie wird in Absprache zwischen Mentor und dem externen Betreuer gestellt.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Praktikum - 270 Stunden Hausarbeit - 30 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Arbeitsunterlagen, Literatur, Dokumentation werden von der betreuenden Einsatzeinrichtung bereitgestellt.
<b>Modulprüfung</b>	Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumsbericht, ca. 3500 bis 4000 Wörter</li> </ul>

Der Bericht muss spätestens 8 Wochen nach Beendigung des Praktikums vorliegen. Er wird vom Mentor begutachtet.

**Bewertung der Modulprüfung**

Studienleistung - unbenotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Pflichtmodul

Siehe Prüfungsordnung Informatik Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc. §6 sowie Praktikumsordnung für das Berufspraktikum des Master-Studiengangs „Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.“.

Von der Einsatzeinrichtung ist vor Beginn des Praktikums ein Betreuer festzulegen.

Der Praktikumsbericht kann auf Englisch geschrieben werden.

**Veranstaltungen zum Modul**

- Konsultationen, nach Vereinbarung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

**Modul 11374 Einführung in die Künstliche Intelligenz**

zugeordnet zu: Kognitions- und Neurowissenschaft

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11374	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Künstliche Intelligenz</b>
	Introduction to Artificial Intelligence
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Hofstede, Petra
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden erlangen einen theoretisch fundierten Überblick über ausgewählte Bereiche der Künstlichen Intelligenz sowie praktische und methodische Kenntnisse und Fähigkeiten in der Anwendung von KI-Methoden und Algorithmen. Dies schließt die Fähigkeit zur Bewertung der Leistungsfähigkeit und Auswahl geeigneter Techniken für die jeweilige Problemdomäne ein.
<b>Inhalte</b>	Die Veranstaltung umfasst u.a. folgende Themengebiete: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repräsentation von Wissen und Problemen</li> <li>• Problemlösen durch Suchen, Heuristiken</li> <li>• Methoden des Schließens</li> <li>• Planungsmethoden</li> <li>• Maschinelles Lernen</li> <li>• Induktive Programmierung</li> <li>• Ethische und gesellschaftliche Aspekte im Zusammenhang mit den Lehrinhalten</li> </ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse in Logik und Programmierung
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stuart Russell, Peter Norvig: Künstliche Intelligenz. Ein moderner Ansatz. Pearson Studium. 2012.</li> </ul>

- George F. Luger: Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving. Addison Wesley. 2004.

Aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zur Lehrveranstaltung zu finden.

**Modulprüfung**

Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für Modulprüfung**

- Mündliche Prüfung, 30-45 min. **ODER**
- Klausur, 90 min. (bei hoher Teilnehmerzahl)

In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

Bei Bedarf stehen englisch-sprachige Dozenten zur Verfügung.

- Studiengang Künstliche Intelligenz B.Sc.: Pflichtmodul im Komplex „Methodische Grundlagen“
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Kognitions- und Neurowissenschaft“
- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Praktische Informatik“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Anwendungen“, Bereich „Informatik“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Vorlesung: Einführung in die Künstliche Intelligenz
- Übung zur Vorlesung
- Zugehörige Prüfung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** **120720** Vorlesung

Einführung in die Künstliche Intelligenz - 2 SWS

**120721** Übung

Einführung in die Künstliche Intelligenz - 2 SWS

**120722** Prüfung

Einführung in die Künstliche Intelligenz

**Module 11847 Neural Networks and Learning Theory**

assign to: Kognitions- und Neurowissenschaft

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	11847	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Neural Networks and Learning Theory</b>
	Neuronale Netze und Lerntheorie
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil Meer, Klaus
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Each summer semester even year
<b>Credits</b>	8
<b>Learning Outcome</b>	Students will get insight into different network architectures and their principles of operation. Notions like artificial intelligence and automatic learning will be made precise during the course. A central issue is the understanding of mathematical ideas underlying different network learning algorithms. This includes both positive solutions of problems and knowledge about limits of the approaches studied.
<b>Contents</b>	<p>Some central network architectures are treated. These architectures differ in the way they manipulate input data, the way they perform learning tasks and the analysis of corresponding algorithms by mathematical means. More precisely, the following types of networks are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General aspects of architectures, in particular feedforward nets, recurrent nets</li> <li>• Perceptron network, perceptron learning algorithm</li> <li>• Backpropagation algorithm</li> <li>• Radial basis function networks</li> <li>• Support Vector Machines</li> <li>• Learning theory and Vapnik-Chervonenkis dimension</li> <li>• Self-organizing networks</li> <li>• Hopfield networks</li> </ul> <p>Special emphasis will be given to the mathematical analysis of algorithms. This will make it necessary to study some basic facts of optimization and probability theory.</p>

<b>Recommended Prerequisites</b>	Basic knowledge both concerning optimality criteria in differentiable optimization and probability theory are advisable, but will be treated briefly in the course. Solid knowledge of the content of module <ul style="list-style-type: none"><li>• 11213: Mathematik IT -3 (Analysis)</li></ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	No successful participation in associated phase-out module 12450 <i>Neuronale Netze und Lerntheorie</i> .
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 4 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 150 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• E. Alpaydin: <i>Maschinelles Lernen</i>, Oldenbourg Verlag München, 2008</li><li>• M. Anthony, N. Biggs: <i>Computational Learning Theory</i>, Cambridge University Press 1997</li><li>• N. Christiani, J. Shawe-Taylor: <i>An Introduction to Support Vector Machines and kernel-based Learning Methods</i>, Cambridge Univ. Press, 2003</li><li>• A.C.C Coolen, R. Kühn, P. Sollich: <i>Theory of Neural Information Processing Systems</i>, Oxford University Press 2005</li><li>• P. Fischer: <i>Algorithmisches Lernen</i>, Teubner 1999</li><li>• P. Flach: <i>Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data</i>, Cambridge University Press 2012</li><li>• F. M. Ham, I. Kostanic: <i>Principles of Neurocomputing for Science &amp; Engineering</i>, McGraw Hill 2001</li><li>• S. Haykin: <i>Neural Networks</i>, Prentice Hall, 1999</li><li>• R. Rojas: <i>Theorie der neuronalen Netze</i>, Springer 1996</li><li>• S. Shalev-Shwartz, S. Ben-David: <i>Understanding Machine Learning</i>, Cambridge University Press 2014.</li></ul>
<b>Module Examination</b>	Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Written examination, 90 min. <b>OR</b></li><li>• Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)</li></ul>
	In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	100
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Grundlagen der Informatik“ (level 400)</li><li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Computer Science“</li><li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Learning and Reasoning“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Kognitions- und Neurowissenschaft“</li></ul>

- Study programme Angewandte Mathematik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Analysis / Algebra / Kombinatorik“
- Study programme Mathematik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Vertiefung“, in limited extend
- Study programme Wirtschaftsmathematik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Vertiefung“, in limited extend
- Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“
- Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Mathematical Methods in Data Science“

**Module Components**

- Lecture: Neural Networks and Learning Theory
- Accompanying exercise
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

**120162** Examination  
Neural Networks and Learning Theory (Wiederholung)

**Modul 12450 Neuronale Netze und Lerntheorie**

zugeordnet zu: Kognitions- und Neurowissenschaft

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12450	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Neuronale Netze und Lerntheorie</b>
	Neural Networks and Learning Theory
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil Meer, Klaus
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	8
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden sollen einen Einblick in die verschiedenen Architekturen Neuronaler Netze und deren Funktionsweisen erhalten. Dies beinhaltet das Präzisieren von Begriffen wie „künstliche Intelligenz“ oder „automatisches Lernen“. Zentrales Ziel ist das methodische Verständnis, welche mathematischen Ideen den verschiedenen Netzwerkstrukturen sowie den mit ihnen verbundenen Lernalgorithmen zugrunde liegen. Die Studierenden sollen die Möglichkeiten und Grenzen solcher Zugänge erlernen.
<b>Inhalte</b>	Einige der wesentlichen Netzwerkstrukturen werden behandelt. Hierzu gehört die Klassifikation bzgl. der Art der Verarbeitung von Daten in solchen Netzen, die Frage nach maschinellen Lernalgorithmen sowie die Analyse solcher Algorithmen mittels verschiedener mathematischer Methoden. Im Einzelnen behandelt werden u. a.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Aspekte bei Netzwerkstrukturen: feedforward Netze, rekurrente Netze</li> <li>• Perceptronnetz, Perceptron Lernalgorithmus</li> <li>• Backpropagation Algorithmus</li> <li>• Radiale Basisfunktionen</li> <li>• Support Vector Maschinen</li> <li>• Lerntheorie und Vapnik-Chervonenkis Dimension</li> <li>• selbstorganisierende Netzwerke</li> <li>• Hopfield-Netze</li> </ul> Ein Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der mathematischen Analyse der einzelnen Algorithmen. Hierzu ist es nötig, Aspekte sowohl

der stetigen Optimierung sowie der Wahrscheinlichkeitstheorie zu behandeln.

**Empfohlene Voraussetzungen**

Grundlegende Kenntnisse über Optimalitätskriterien für differenzierbare Funktionen sowie elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung sind hilfreich, werden aber auch notfalls nochmals behandelt.  
Solide Kenntnis des Stoffes von Modul  
• 11213: Mathematik IT-3 (Analysis)

**Zwingende Voraussetzungen**

Keine erfolgreiche Teilnahme am zugehörigen Nachfolgemodul **11847 - Neural Networks and Learning Theory**.

**Lehrformen und Arbeitsumfang**

Vorlesung - 4 SWS  
Übung - 2 SWS  
Selbststudium - 150 Stunden

**Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise**

- E. Alpaydin: Maschinelles Lernen, Oldenbourg Verlag München, 2008
- M. Anthony, N. Biggs: Computational Learning Theory, Cambridge University Press 1997
- N. Christiani, J. Shawe-Taylor: An Introduction to Support Vector Machines and kernel-based Learning Methods, Cambridge Univ. Press, 2003
- A.C.C Coolen, R. Kühn, P. Sollich: Theory of Neural Information Processing Systems, Oxford University Press 2005
- P. Fischer: Algorithmisches Lernen, Teubner 1999
- P. Flach: Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data, Cambridge University Press 2012
- F. M. Ham, I. Kostanic: Principles of Neurocomputing for Science & Engineering, McGraw Hill 2001
- S. Haykin: Neural Networks, Prentice Hall, 1999
- R. Rojas: Theorie der neuronalen Netze, Springer 1996
- S. Shalev-Shwartz, S. Ben-David: Understanding Machine Learning, Cambridge University Press 2014.

**Modulprüfung**

Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für Modulprüfung**

- mündliche Prüfung, 30-45 Minuten

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Grundlagen der Informatik“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Analysis / Algebra / Kombinatorik“
- Studiengang Mathematik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefung“, im begrenzten Umfang
- Studiengang Wirtschaftsmathematik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefung“, im begrenzten Umfang

Falls kein Bedarf am Angebot in englischer Sprache für Modul 11847 „Neural Networks and Learning Theory“ vorliegt, so kann stattdessen dieses deutschsprachige Modul 12450 belegt werden.

**Veranstaltungen zum Modul**

Vorlesung: Neuronale Netze und Lerntheorie  
Übung zur Vorlesung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

## Module 13335 Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology

assign to: Kognitions- und Neurowissenschaft

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13335	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology</b> Brain-Computer-Interfaces für Neuroadaptive Technologien
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. Zander, Thorsten O.
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students possess a basic understanding of the methodology of Brain-Computer Interfaces (BCIs), including measurement of brain activity, signal processing, machine learning and the principle of automated interpretation of brain activity to assess information of changes in cognitive states. Furthermore, they are familiar with the use of BCIs in current and to-be-created human-computer interactions which includes the current development of beneficial Artificial Intelligence.
<b>Contents</b>	The module will consist of lectures describing the methodology and use of Brain-Computer Interfaces from the scratch. This includes knowledge from machine learning and signal processing, as well as psychophysiology and psychology, and human-computer interaction. In the seminar, students will be introduced to AI safety and the ethics of neurotechnology, and will prepare group presentations on various related topics and issues. Ethical issues and social consequences are discussed and guidelines for research and development are derived.
<b>Recommended Prerequisites</b>	none
<b>Mandatory Prerequisites</b>	Passing the exam of module • 13942: Foundations of Psychophysiology
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Seminar - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours

<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zander, T. O. (2011). Utilizing Brain-Computer Interfaces for Human-Machine Systems (Doctoral dissertation, Universitätsbibliothek der Technischen Universität Berlin).</li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>active participation by asking questions during or after the classes (20%)</li> <li>moderated discussion of selected topics related to the lecture, 45 minutes (30%)</li> <li>written exam, 60 minutes (50%)</li> </ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	72
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Study programme Medizininformatik: B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Medizininformatik“</li> <li>Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Praktischer Informatik“ (level 400)</li> <li>Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Learning and Reasoning“</li> <li>Study programme Künstliche Intelligenz Technologie B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Kognitions- und Neurowissenschaft“</li> <li>Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications“</li> <li>Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“</li> <li>Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications: Computer Science &amp; Artificial Intelligence“</li> </ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture: Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology</li> <li>Accompanying seminar</li> </ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<p><b>142110 Lecture</b>          Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology - 2 Hours per Term</p> <p><b>142112 Seminar</b>          Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology - 2 Hours per Term</p> <p><b>142114 Examination</b>          Brain-Computer Interfaces (BCIs) for Neuroadaptive Technology</p>

**Modul 13467 Kommunikation**

zugeordnet zu: Kognitions- und Neurowissenschaft

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	13467	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Kommunikation</b>
	Communication
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. phil. Petersen, Christer
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Semester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die öffentliche Kommunikation und entsprechenden Kommunikate zu analysieren und kritisch zu reflektieren. Verschiedene Kommunikations- und Analysestrategien werden im Kurs diskutiert und erprobt, zum Beispiel Öffentlichkeitsarbeit, Werbung sowie Kultur-, Medien- und Designsemiotik. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Struktur von kommunikativen Handlungen zu verstehen und ihre zentralen Botschaften und Bedeutung zu interpretieren. Durch Präsentationen, Essays oder Projektarbeiten erlernen sie außerdem, ihre argumentativen und schriftlichen Ausdrucksmöglichkeiten im Kontext wissenschaftlichen Arbeitens zu verbessern oder selbst Kommunikationsstrategien zu gestalten, die Kreativität und die Kommunikation in Arbeitsgruppen schulen.
<b>Inhalte</b>	Medien- und Kommunikationstheorie, Kommunikationspsychologie, Öffentlichkeitsarbeit, Marketing-, Bild- und Text-Rhetorik, Präsentationstechnik, wissenschaftliches Schreiben.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Übung - 2 SWS Seminar - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Werden vom Dozenten bei der Ankündigung der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Absolvierung einer Projektarbeit, Essay 10-20 Seiten oder praktische Arbeit in entsprechendem Umfang (60%)</li><li>• Präsentation(en) der Zwischen- und Endergebnisse der Projektarbeit, max. 15 Minuten pro Teilnehmer pro Präsentation (40%)</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Kognitions- und Neurowissenschaft“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	Die Studierenden wählen aus dem aktuellen Angebot Lehrveranstaltungen im Umfang von 4 SWS aus.
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>110305</b> Kolloquium Medienwissenschaftliches Doktorandenkolloquium - 2 SWS <b>110306</b> Seminar/Übung Methods and Analysis from the perspective of media psychology - 4 SWS <b>110311</b> Seminar/Übung Projektseminar zur Analytischen Medienwissenschaft - 4 SWS

## Module 13847 Cognitive Systems: Behavior Control

assign to: Kognitions- und Neurowissenschaft

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13847	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Cognitive Systems: Behavior Control</b>
	Kognitive Systeme: Verhaltenssteuerung
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Wolff, Matthias
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students can understand and develop techniques for semantics processing, methods for automatic planning and decision making under uncertainties, and the behavior control of cognitive technical systems.
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsupervised learning, strategy learning (Q-learning)</li> <li>• Markov decision processes (MDP)</li> <li>• Partially observable Markov decision processes (POMDP)</li> <li>• Bidirectional signal processing</li> <li>• Semantic modeling with feature-value relations</li> <li>• Petri-net transducers as semantic carriers</li> <li>• Modeling of higher cognitive processes (e.g. coping)</li> <li>• Applications in communications and dialog systems</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge of the content of module • 11744 <i>Kognitive Systeme: Perzeption und Aktion</i>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 1 hours per week per semester Seminar - 1 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haykin, S.; Cognitive Dynamic Systems, Cambridge University Press, 2012</li> </ul>

- Ertel, W.: Grundkurs Künstliche Intelligenz, 2. Überarbeitete Auflage 2009, Vieweg+Teubner Verlag ISBN: 978-3-8348-0783-0.
- R. Hoffmann, M. Wolff: Intelligente Signalverarbeitung 2: Signalerkennung, 2. Auflage. Springer Vieweg, 2015. ISBN 978-3-662-46725-1.

**Module Examination**

Continuous Assessment (MCA)

**Assessment Mode for Module  
Examination**

- Processing of a seminar task in groups and presentation, approx. 10 minutes with subsequent technical discussion (25 %)  
(Solution of a programming task on the topic of the lecture and preparation of a presentation in self-study; presentation scheduled in the course of the lecture, usually on the last exercise date)
- written examination, 60 minutes (75 %)

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

120

**Remarks**

- Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Learning and Reasoning“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Kognitions- und Neurowissenschaft“
- Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in field of application „Maschinenbau/Elekrotechnik“
- Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications: Computer Science & Artificial Intelligence“

**Module Components**

- Lecture: Cognitive Systems: Behavior Control
- Accompanying exercise
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

No assignment

**Module 13849 Introduction to Computational Neuroscience**

assign to: Kognitions- und Neurowissenschaft

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13849	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Introduction to Computational Neuroscience</b>
	Einführung in Computational Neuroscience
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Glasauer, Stefan
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Upon completion of the module, students are able to understand of neuronal systems and behavioral performance, to evaluate the analysis and modeling of neurons, as well as to implement and to analyse neurons and neural networks.
<b>Contents</b>	Based on examples the module presents the methodical procedure for the analysis and modeling of neurons and neural systems. Ethical aspects are discussed in connection with animal and human experiments. <b>Presented Topics:</b> Spiking neurons, resting membrane potential, ion channels, action potential, Hodgkin-Huxley model, phase plane analysis, leaky integrate-and-fire model, synaptic transmission, synaptic plasticity, firing rate neurons, neural networks, perceptron, Hebb's learning rule, attractor networks.
<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge of the topics of the modules <ul style="list-style-type: none"><li>• 11112 Mathematik IT-1 (<i>Diskrete Mathematik</i>)</li><li>• 11113 Mathematik IT-2 (<i>Lineare Algebra</i>)</li><li>• 11213 Mathematik IT-3 (<i>Analysis</i>)</li><li>• 11756 Algorithmen und Datenstrukturen, or 12101 Algorithmieren und Programmieren</li></ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester

	Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Dayan, L. Abbott, Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems (2005), MIT Press, ISBN 978-0262541855</li> <li>• Gerstner W, Kistler WM, Naud R, Paninski L: Neuronal Dynamics: From single neurons to networks and models of cognition, Cambridge University Press (2014), <a href="https://neuronaldynamics.epfl.ch">https://neuronaldynamics.epfl.ch</a></li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<p><b>Prerequisite:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful completion of exercises</li> </ul> <p><b>Final Module Examination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written exam, 120 minutes <b>OR</b></li> <li>• Oral examination, 30-45 minutes</li> </ul> <p>In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.</p>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	100
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study programme Medizininformatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Informatik“</li> <li>• Study programme Informatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Praktische Informatik“ (level 300)</li> <li>• Study programme Informations- und Medientechnik B.Sc.: Complex „Computer Science“, compulsory elective module module in the field of study „Kognitive Systeme“</li> <li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Methods“</li> <li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Kognitions- und Neurowissenschaft“</li> <li>• Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“</li> <li>• Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications: Natural Sciences and Engineering“</li> </ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Introduction to Computational Neuroscience</li> <li>• Accompanying exercise</li> <li>• Related examination</li> </ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<p><b>140300</b> Lecture Introduction to Computational Neuroscience - 2 Hours per Term</p> <p><b>140301</b> Exercise Introduction to Computational Neuroscience - 2 Hours per Term</p> <p><b>140304</b> Examination Introduction to Computational Neuroscience</p>

**Module 13942 Foundations of Psychophysiology**

assign to: Kognitions- und Neurowissenschaft

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13942	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Foundations of Psychophysiology</b>
	Grundlagen der Psychophysiologie
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. Zander, Thorsten O.
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students possess an understanding of the physiological processes in the human body that lead to biomarkers of different mental states. They furthermore understand the principles of experimental design in the context of psychophysiology, and have experience reading, critiquing, and writing psychophysiological research literature.
<b>Contents</b>	The module consists of lectures and a seminar. The lectures cover relevant aspects of general human physiology as well as more specific processes that can be measured using electrocardiography (ECG, heart activity), electromyography (EMG, muscle activity), electrodermal activity (EDA, skin conductance), eye tracking, as well as brain activity through functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) and electroencephalography (EEG). The techniques behind each of these methods are discussed as well, along with properties of the recorded signal and some known correlates of that signal to mental processes or psychological states. Ethical, social and legal issues arising from research into the use of psychophysiological data will be discussed. This includes the recording of data, data security, transparency and ethical issues relating to experiments.  In the seminar, students will read, present and discuss relevant papers published in scientific journals, reflecting different experiments involving physiological data. Additionally, students will write an essay on a related topic.
<b>Recommended Prerequisites</b>	none

<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Seminar - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Andreassi, J. (2007). Psychophysiology: Human Behavior and Physiological Response (5th Edition). New York, NY, USA: Psychology Press</li><li>• Gramann, K. &amp; Schandry, R. (2009). Psychophysiologie (4. Auflage). Basel, Switzerland: Beltz</li><li>• Selected scientific papers</li></ul>
<b>Module Examination</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• written test, 60 minutes (60%)</li><li>• discussion of selected topics related to the lecture as preparation for the term paper, 90 minutes (5%)</li><li>• term paper, 6 pages (35%)</li></ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	72
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Learning and Reasoning“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Kognitions- und Neurowissenschaft“</li><li>• Study programme Medizininformatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Medizininformatik“</li><li>• Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications“</li><li>• Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Foundations of Psychophysiology</li><li>• Accompanying seminar</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>142120</b> Lecture Foundations of Psychophysiology - 2 Hours per Term <b>142121</b> Seminar Foundations of Psychophysiology - 2 Hours per Term <b>142124</b> Examination Foundations of Psychophysiology <b>142125</b> Examination Foundations of Psychophysiology

**Modul 33432 Angewandte Medienwissenschaften**

zugeordnet zu: Kognitions- und Neurowissenschaft

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	33432	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Angewandte Medienwissenschaften</b>
	Applied Media Studies
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. phil. Petersen, Christer
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Erwerb theoretischer und praktischer Medienkompetenz: Kenntnis der Schlüsselbegriffe zur Analyse von Medieninhalten, das Gestalten eigener Beiträge, die Kenntnis grundlegender Prinzipien und Anwendungen in der Medientechnik.
<b>Inhalte</b>	Theoretische und praktische Übungen aus den Bereichen der Filmproduktion, der Medienanalyse sowie der Konzeption und Ausarbeitung medienwissenschaftlicher Abschlussarbeiten.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Übung - 2 SWS Seminar - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Bekanntgabe in den Lehrveranstaltungen am Beginn des Semesters.
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erfolgreiche Absolvierung einer Projektarbeit, Essay 10-20 Seiten oder praktische Arbeit in entsprechendem Umfang (60%)</li> <li>• Präsentation(en) der Zwischen- und Endergebnisse der Projektarbeit, max. 15 Minuten pro Teilnehmer pro Präsentation (40%)</li> </ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet

<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	Für Studierende im <ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Kognitions- und Neurowissenschaft“</li></ul>
	Bei Fragen zu den Lehrveranstaltungen kontaktieren Sie bitte den Modulverantwortlichen, Prof. Dr. Petersen ( <a href="mailto:petersen@b-tu.de">petersen@b-tu.de</a> ).
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	Wahlweise verschiedene Veranstaltungen je nach Angebot im Umfang von 4 SWS.
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>110305</b> Kolloquium Medienwissenschaftliches Doktorandenkolloquium - 2 SWS <b>110306</b> Seminar/Übung Methods and Analysis from the perspective of media psychology - 4 SWS

**Modul 11375 Systementwurf für minimale Verlustleistung**

zugeordnet zu: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11375	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Systementwurf für minimale Verlustleistung</b>
	Low Power System Design
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Dr.-Ing. habil. Herglotz, Christian Josef
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Studierende lernen, digitale Schaltungen und Systeme systematisch bezüglich der Verlustleistung zu analysieren und systematisch für geringe Verlustleistung zu optimieren.
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel 1: Einführung: Verlustleistung als Problem.</li> <li>• Kapitel 2: Technologie-nahe Power-Optimierung.</li> <li>• Kapitel 3: Basis-Schaltungen für geringe Verlustleistung.</li> <li>• Kapitel 4: Power-Minimierung auf Logik- und RT-Ebene.</li> <li>• Kapitel 5: Sparsame und leistungshungrige Rechner-Architekturen.</li> <li>• Kapitel 6: Energy Harvesting</li> </ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	gute Kenntnisse der Digitaltechnik und elektronischer Grundlagen integrierter Schaltungen
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Projekt - 60 Stunden Selbststudium - 60 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Skript der Vorlesung und Präsentationen sind elektronisch verfügbar. Literaturliste wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Aufgaben und Versuchsanleitungen sind elektronisch verfügbar.
<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b>

**Modulprüfung**

- erfolgreiche Bearbeitung von praktischen Übungsaufgaben einschließlich Präsentation der Ergebnisse

**Modulabschlussprüfung:**

- mündliche Prüfung, 30-45 min.

**Bewertung der Modulprüfung** Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung** keine

**Bemerkungen** Bei Bedarf stehen englisch-sprachige Dozenten zur Verfügung.

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Angewandte und Technische Informatik“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Elektrotechnik M.Sc.: Wahlpflichtmodul in „Elektronik“
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Vorlesung: Systementwurf für minimale Verlustleistung (2 SWS)
- Praktikum zur Vorlesung (2 SWS)
- Zugehörige Prüfung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

**Module 11886 Dependability and Fault Tolerance**

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	11886	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Dependability and Fault Tolerance</b>
	Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Dr.-Ing. habil. Herglotz, Christian Josef
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Students learn to regard and to analyze digital circuits and systems with respect to their reliability and dependability. They also learn how to implement mechanism for a fault tolerant behaviour into digital circuits and systems.
<b>Contents</b>	<p>Introduction: Problems of system reliability and dependability.</p> <p>Chapter 1: Faults and fault mechanisms in digital circuits and systems.</p> <p>Chapter 2: Technologies for IC production testing.</p> <p>Chapter 3: Methods for built-in self test (off-line).</p> <p>Chapter 4: Methods and Architectures for on-line fault detection and compensation.</p> <p>Chapter 5: Basic architectures for reconfigurable and self-repairing circuits and systems</p> <p>Chapter 6: Challenges in AI Hardware Systems</p>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Basic knowledge in digital design, electrical engineering and integrated electronics.
<b>Mandatory Prerequisites</b>	No successful participation in module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12476 Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz.</li> </ul>
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	<p>Lecture - 2 hours per week per semester</p> <p>Laboratory training - 2 hours per week per semester</p> <p>Self organised studies - 120 hours</p>

<b>Teaching Materials and Literature</b>	Script and presentations available for downloading. List of references is presented at the beginning of the course. Problems for exercises and instructions for lab experiments can be downloaded.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Successful completion of exercises and presentation of results in course</li></ul> <b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Oral examination, 30-45 min.</li></ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex "Angewandte und Technische Informatik" (level 400)</li><li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex "Computer Science"</li><li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Methods“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Dependability and Fault Tolerance</li><li>• Accompanying laboratory</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>120440</b> Lecture Dependability and Fault Tolerance - 2 Hours per Term <b>120441</b> Practical training Dependability and Fault Tolerance - 2 Hours per Term <b>120443</b> Examination Dependability and Fault Tolerance

**Modul 12284 Elektrodynamik**

zugeordnet zu: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12284	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Elektrodynamik</b>
	Electrodynamics
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Flisgen, Thomas
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden kennen die Natur zeitveränderlicher elektromagnetischer Felder und ihre mathematische Beschreibung. Sie kennen allgemeine mathematische Prinzipien zur Lösung der zu Grunde liegenden Gleichungen und können diese auf spezielle Fälle anwenden.
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamik</li> <li>• Erhaltungssätze</li> <li>• Elektromagnetische Wellen</li> <li>• Potentiale und Felder</li> <li>• Strahlung</li> <li>• Elektrodynamik und Relativität</li> </ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11107 Höhere Mathematik - T1</li> <li>• 11108 Höhere Mathematik - T2</li> <li>• 11206 Höhere Mathematik - T3</li> <li>• 33102 Elektrotechnik I: Gleichstromtechnik und Felder</li> <li>• 33103 Elektrotechnik II: Wechselstromtechnik</li> <li>• 12283 Elektrische und magnetische Felder</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• D. Griffiths, Elektrodynamik (Pearson Verlag, 2011)</li><li>• J.D. Jackson, Klassische Elektrodynamik (De Gruyter Verlag, 2014)</li><li>• D. Petraschek und F. Schwabl, Klassische Elektrodynamik (Springer Verlag, 2015)</li><li>• A. Zangwill, Modern Electrodynamics (Cambridge University Press, 2013)</li></ul>
<b>Modulprüfung</b>	Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klausur, 120 min. <b>ODER</b></li><li>• mündliche Prüfung, 45 min.</li></ul>
	In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	keine
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung Elektrodynamik</li><li>• Begleitende Übung</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>110205</b> Vorlesung Elektrodynamik - 2 SWS <b>110206</b> Übung Elektrodynamik - 2 SWS <b>110208</b> Prüfung Elektrodynamik

## Modul 12406 Hardware / Software Codesign für eingebettete Systeme

zugeordnet zu: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

### Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12406	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Hardware / Software Codesign für eingebettete Systeme</b> Hardware / Software Codesign for Embedded Systems
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Dr.-Ing. habil. Herglotz, Christian Josef
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Studierende verstehen den systematischen Entwurf eingebetteter Systeme mit Hardware- und Software-Komponenten von der Spezifikation bis zur Synthese. Sie kennen und beherrschen prototypische Entwurfs- und Validierungsmethoden und -Werkzeuge und kennen deren Möglichkeiten und Grenzen.
<b>Inhalte</b>	Entwurfsphasen: Spezifikation, Validierung, Implementierung. Strukturen eingebetteter Systeme: Prozessoren, Software, analoge, digitale, D/A und A/D-Baugruppen, kontinuierliche und diskrete Modellierung. Modelle für digitale Baugruppen, Eigenschaften und Grenzen von Modellen. Einführung in SystemC. Co-Prozessoren und anwendungsspezifische Prozessoren. HW / SW-Partitionierung: Profiling, statische Analyse, HW / SW Co-Simulation. Entwurf und Optimierung von Prozessoren mit anwendungsspezifischem Befehlssatz (ASIPs). Automatische HW / SW-Partitionierung für Coprozessor-Architekturen (ASSPs). Synthese aus Verhaltensbeschreibungen, Scheduling, Allocation.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse der Informatik-Grundausbildung, gute Kenntnisse der Digitaltechnik, der Rechnerarchitektur und der Software-Systemtechnik.
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 14450 Hardware/Software Codesign for Embedded Systems.
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Praktikum - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Skript der Vorlesung und Präsentationen sind elektronisch verfügbar. Literaturliste wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Aufgaben und Versuchsanleitungen sind elektronisch verfügbar.
<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben einschließlich Präsentation der Ergebnisse im Rahmen der Laborausbildung</li></ul> <b>Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min.</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	Bei Bedarf steht englischsprachiges Lehrpersonal zu Verfügung. <ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul in Komplex „Angewandte und Technische Informatik“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“</li><li>• Studiengang Physik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Nebenfach“ (bei guten Kenntnissen der Elektronik)</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Hardware-Software Co-Design für eingebettete Systeme (2 SWS)</li><li>• Praktikum zur Vorlesung (2 SWS)</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

## Modul 12465 Experimentelle Untersuchung von drahtlosen Sensornetzen

zugeordnet zu: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12465	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Experimentelle Untersuchung von drahtlosen Sensornetzen</b> Experimental Study of Wireless Sensor Networks
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. Langendörfer, Peter
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrungen im Bereich Entwicklung für eingebettete Systeme,</li> <li>• Fähigkeit, Applikationen für Sensornetze zu entwickeln,</li> <li>• Fähigkeit, auftretende Probleme in Sensornetzen zu lösen,</li> <li>• Vertiefung der Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern.</li> </ul>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auseinandersetzung mit der Programmierung eingebetteter Systeme,</li> <li>• Entwurf und Implementierung einer kooperativen Anwendung,</li> <li>• Verstehen von Paradigmen und Lösen von grundlegenden Problemen (beispielsweise Medienzugriffs- und Zeitsynchronisationsprotokolle).</li> </ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	vertiefte Kenntnisse im Bereich Sensornetze
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Konsultation - 10 Stunden Praktikum - 4 SWS Projekt - 40 Stunden Selbststudium - 10 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Werden zu Beginn des Moduls ausgegeben
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementierung eines Prototypen</li> <li>• Dokumentation zur Programmierung</li> </ul>

Der Umfang der Teilleistungen ist aufgabenabhängig und wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben.

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“

**Veranstaltungen zum Modul**

Praktikum: Experimentelle Untersuchung von drahtlosen Sensornetzen

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

## Module 12975 Internet - Functionality, Protocols, Applications

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	12975	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Internet - Functionality, Protocols, Applications</b> Internet - Funktionsweise, Protokolle, Anwendungen
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. Hohlfeld, Oliver
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Students understand the functioning of the Internet, in particular the most important Internet protocols and principles of application design, including the underlying basics and techniques (e.g. the internet protocol stack), as well as the basics of multimedia communication. They are familiar with modern developments in the Internet and advanced topics from practice and research (e.g. quality of qservice, peer-to-peer, cloud computing, internet of things). They are enabled to specialize in these topics.
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• History, structure, and organization of the Internet</li> <li>• Internet economics</li> <li>• Internet protocol stack (IPv4, CIDR, IPv6, DHCP, BGP, TCP, UDP, DNS, HTTP)</li> <li>• Quality of Service (types, mechanisms, Intserv, Diffserv)</li> <li>• Fundamentals of multimedia communication</li> <li>• Data center networking</li> <li>• Content distribution networks</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge of the content of module: • 11454 <i>Grundlagen der Rechnernetze</i>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 3 hours per week per semester Exercise - 1 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours

<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tanenbaum, A. S., Wetherall, D. J: Computer Networks (5th Edition), Prentice Hall, Pearson Studium, 2011</li><li>• Stallings, W.: Data and Computer Communications (8th ed.), Prentice Hall, 2008.</li><li>• Kurose, J. F.; Ross, K. W.: Computernetzwerke (5. Aufl.), Pearson Studium, 2012.</li><li>• Steinmetz, R.; Nahrstedt, C.: Multimedia Systems. Springer, 2010</li></ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<p><b>Prerequisite:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Successful completion of exercise sheets</li></ul> <p><b>Final module examination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Written examination, 90 min. <b>OR</b></li><li>• Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)</li></ul> <p>In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.</p>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und technische Informatik“ (level 400)</li><li>• Study programme eBusiness M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li><li>• Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in subsidiary subject „Computer Science“</li><li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Computer Science“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Internet - Functionality, Protocols, Applications</li><li>• Accompanying exercise</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	No assignment

## Module 12976 Processor Architecture

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	12976	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Processor Architecture</b>
	Prozessor-Architektur
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Dr.-Ing. habil. Herglotz, Christian Josef
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	8
<b>Learning Outcome</b>	Students learn about architectures and functional concepts of processors. They can select processors for specific tasks and optimise their operation. They also know to design processor components and they become familiar with processor synthesis systems.
<b>Contents</b>	Students understand architectures and functional concepts of processors. They can select processors for specific tasks and optimise their operation. They also know to design processor components and are familiar with processor synthesis systems.
<b>Recommended Prerequisites</b>	Basic knowledge in digital design and computer architecture.
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 4 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 150 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	Script and presentations available for downloading. List of references is presented at the beginning of the course. Problems for exercises and instructions for lab experiments can be downloaded.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful completion of exercises and presentation of results in course</li> </ul>

	<b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Oral examination, 30-45 min.</li></ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und Technische Informatik“ (level 400)</li><li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Computer Science“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex “Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Processor-Architecture</li><li>• Accompanying exercise</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>120430</b> Lecture Processor Architecture - 4 Hours per Term <b>120431</b> Exercise Processor Architecture - 2 Hours per Term <b>120433</b> Examination Processor Architecture

**Module 12979 Internet Measurements and Forensics**

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	12979	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Internet Measurements and Forensics</b>
	Internet-Messungen und Forensik
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. Hohlfeld, Oliver
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	<p>This course will give a detailed introduction on how to empirically measure large communication systems on the example of the Internet as the largest communication network. The focus is on the explanation of methods for conducting such large-scale assessments to i) understand complex systems and ii) assesses their security properties. The course aims at familiarizing students with key aspects of Internet traffic, Internet protocol use and security, and methods to conduct large-scale studies for security. It will also discuss how to use measurement data for network forensics.</p>
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyzing Internet naming: The domain name system and its security</li> <li>• Internet traffic characteristics and measurement approaches (e.g., sampling, aggregation)</li> <li>• Internet control plane analysis and robustness</li> <li>• Internet-wide probing for liveness / security</li> <li>• Strategies for sound measurements</li> <li>• Internet application security measurement strategies</li> <li>• Internet security infrastructures and network forensics</li> </ul> <p>How does Internet traffic look like? Are there some characteristic properties? How and where is it possible to improve the Internet, and how can those improvements be tested? How can the previous questions be addressed, and what technical challenges does one face while monitoring? How can data privacy be ensured? Is there something to bear in mind when analyzing such measurements in a statistical manner? Is it possible to generate realistic traffic based on statistical characteristics?</p>

<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge about foundational aspects of computer networks (e.g., basic protocols such as IP, TCP, HTTP) as taught in introductory courses on computer networks is expected.
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 1 hours per week per semester Self organised studies - 135 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurose, J. F.; Ross, K. W.: Computer Networking: A Top Down Approach</li> <li>• Crovella, M; Krishnamurthy, B; Internet Measurement: Infrastructure, Traffic and Applications</li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<p><b>Prerequisite:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful completion of exercise sheets</li> </ul> <p><b>Final module examination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written examination, 90 min. <b>OR</b></li> <li>• Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)</li> </ul> <p>In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.</p>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und technische Informatik“ (level 400)</li> <li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Computer Science“ and in complex „Cyber Security Methods“</li> <li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“</li> <li>• Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“</li> </ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Internet Measurements and Forensics</li> <li>• Accompanying exercise</li> <li>• Related examination</li> </ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	No assignment

## Module 13009 Semiconductor Technology

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13009	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Semiconductor Technology</b>
	Halbleitertechnologie
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Kahmen, Gerhard
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students have learned the fundamentals of semiconductor physics, the topology and functionality of key semiconductor devices and semiconductor manufacturing processes to realize integrated silicon-based circuits. They have gained an insight into the adjacent fields of material and device diagnostics, manufacturing process control and an overview of technological trends in the semiconductor industry. The knowledge gained from this course enables the students to evaluate given semiconductor technologies with regard to their suitability for application, e.g. in electronic circuits and systems.
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historical overview of the development of semiconductor technology and semiconductor market</li> <li>• Semiconductor physics basics</li> <li>• Basics of integrated semiconductor devices (passives, diode, bipolartransistor, FET)</li> <li>• Si crystal lattice, crystal growth, wafer production, doping and contamination of wafer material</li> <li>• Oxidation</li> <li>• Doping by diffusion and implantation</li> <li>• Layer deposition and Epitaxial growth of crystalline Si(Ge) layers on the substrate</li> <li>• Structuring by lithography, etching process</li> <li>• Cleaning and planarization processes</li> <li>• Silicon on insulator (SOI)</li> <li>• Diagnostics, process control &amp; Metrology for Si-based semiconductor processes</li> </ul>

- Outlook on future semiconductor technologies
- Excursion to visit semiconductor FAB at IHP-Leibniz Institute for High Performance Microelectronics

**Recommended Prerequisites**

- Knowledge of semiconductor physics based on the bachelor degree in physics, in particular knowledge of the content of module 11868: Allgemeine Physik IV (Festkörperphysik)
- Knowledge of the functioning and structure of electronic components, such as knowledge of the content of module 12364: Elektronische Bauelemente und Grundschaltungen
- Knowledge of solid-state physics or electrical engineering at a level corresponding to the first four semesters of a Bachelor's degree in physics or electrical engineering

**Mandatory Prerequisites**

none

**Forms of Teaching and Proportion**

Lecture - 2 hours per week per semester  
 Study project - 30 hours  
 Self organised studies - 120 hours

**Teaching Materials and Literature**

Teaching material will be provided before each lecture

**Recommended Literature:**

- S.M. Sze, „Physics of Semiconductor Devices“, John Wiley & Sons, 3<sup>rd</sup> Edition, 2008
- R. Doering, Y. Nishi, “Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology”, CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 2008
- P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R.G. Meyer, „Analysis and Design of Analog Integrated Circuits“, John Wiley & Sons, 4<sup>th</sup> Edition, 2001
- S. Dimirijev, „Understanding Semiconductor Devices“, Oxford University Press, 2<sup>nd</sup> Edition
- J.D. Cressler, G. Niu, „Silicon-Germanium Heterojunction Bipolar Transistors“, Artech House, 2003
- D. A. Neamen, „Semiconductor Physics and Devices“, Mc Graw Hill, Fourth Edition, 2012

**Module Examination**

Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

**Assessment Mode for Module Examination**

**Prerequisite:**

- Successful elaboration and presentation of Homework / Study, 10-15 min.

**Final module examination:**

- Oral examination, 45 min. OR
- Written examination, 120 min. (for large numbers of participants)

In the first lecture it will be announced, whether the examination will be organised in written or oral form.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Physical Specialization with Experimental Focus“, topic area „Nanophysics“
- Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in minor „Maschinenbau/Elektrotechnik“
- Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Technology and Devices“

**Module Components**

- Lecture Semiconductor Technology
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

**112210** Lecture/Exercise  
Semiconductor Technology - 2 Hours per Term  
**112211** Examination  
Semiconductor Technology

**Module 13841 Speech Processing**

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13841	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Speech Processing</b>
	Sprachverarbeitung
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Wolff, Matthias
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	On special announcement
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students are able to understand the principles of human speech production and perception and the basic principles of technical speech synthesis, speech recognition and natural language understanding.
<b>Contents</b>	Speech and language, phonetics and phonology (phonologic classification), linguistics, articulatory phonetics (physiology of speech production, model based electronic speech production), auditory phonetics (physiology and psychology of speech perception, speech signal analysis), speech quality assessment (auditory and instrumental methods)
<b>Recommended Prerequisites</b>	none
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 1 hours per week per semester Practical training - 1 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slide manuscript</li> <li>• Literature will be recommended in the first lecture</li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b>

- Successful completion of laboratory experiments as part of the practical training

**Final module examination:**

- Written examination, 90 min.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Informations- und Medientechnik B.Sc., PO 2017: Compulsory elective module in complex: "Medientechnik und Medienwissenschaften", all fields of study
- Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Knowledge Acquisition, Representation, and Processing“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“
- Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications: Computer Science & Artificial Intelligence“

**Module Components**

- Lecture: Speech Processing
- Accompanying exercise
- Related examination

**Components to be offered in the Current Semester**

No assignment

**Module 14316 Antennas I**

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

## Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14316	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Antennas I</b>
	Antennen I
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Ndip, Ivan
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students will be acquainted with the fundamental theory of antenna radiation, the main differences between hertzian and magnetic dipole radiators as well as with the radiation characteristics of different configurations of dipole, monopole and loop antennas. The students will also be familiar with the theory of linear and planar antenna arrays as well as with methods for antenna synthesis. Furthermore, they will know techniques for measuring the S-parameters of antennas.
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Fundamental theory of antenna radiation</li> <li>• Antenna parameters from circuit and field points of views</li> <li>• Hertzian and magnetic dipole radiators</li> <li>• Linear wire antennas: Dipole and monopole antennas</li> <li>• Loop antennas</li> <li>• Antenna arrays</li> <li>• Antenna synthesis</li> <li>• Antenna measurements: S-parameter</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	none
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours

**Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg****Teaching Materials and Literature**

- Lecture notes
- Constantine A. Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, Wiley; 4th Edition, 2016
- John D. Kraus: Antennas For All Applications, McGraw-Hill , 3rd Edition, 2003
- Klaus W. Kark: Antennen und Strahlungsfelder, Springer Vieweg; 9th Edition, 2022
- Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele: Antenna Theory and Design, Wiley; 3rd Edition, 2012

**Module Examination****Final Module Examination (MAP)****Assessment Mode for Module Examination**

- Oral exam, 30-45 min. OR
- Written exam, 90 min.

In the first lectures it will be announced whether the examination will be conducted in written or oral form.

**Evaluation of Module Examination****Performance Verification – graded****Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“
- Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Circuit Design“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme“

In order to acquire practical knowledge, students are recommended to also take the course "Antenna Design Laboratory I (14318)".

**Module Components**

- Lecture: Antennas I
- Exercise to the lecture
- Related examination

**Components to be offered in the Current Semester**

- 112320** Lecture  
Antennas I - 2 Hours per Term  
**112321** Exercise  
Antennas I - 2 Hours per Term  
**112322** Examination  
Antennas I

## Module 14318 Antenna Design Laboratory I

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14318	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Antenna Design Laboratory I</b>
	Antennendesign Praktikum I
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Ndip, Ivan
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students will be able to model, simulate and analyze single elements of an antenna configuration using a 3D field solver, e.g. Ansys HFSS. They will also be able to create layouts of the antenna elements and perform S-parameter measurements.
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts of antenna design</li> <li>• Introduction to high-frequency modelling and simulation of antennas using 3D field solvers, e.g. Ansys HFSS</li> <li>• Practical design and layout of an antenna element, selected from the antenna configurations in module "Antennas I" or module "Grundlagen der Antennen"</li> <li>• Investigation of the impact of the geometrical parameters of the antenna elements and substrate materials on antenna characteristics using a 3D field solver</li> <li>• S-parameter measurements</li> <li>• Documentation of results</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge of the content of one of the following modules <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14316 – <i>Antennas I</i></li> </ul>
	OR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14315 – <i>Grundlagen der Antennen</i></li> </ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Practical training - 4 hours per week per semester

Study project - 60 hours  
Self organised studies - 60 hours

**Teaching Materials and Literature**

- Lecture notes
- Constantine A. Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, Wiley; 4th Edition, 2016
- Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele: Antenna Theory and Design, Wiley; 3rd Edition, 2012

**Module Examination**

Continuous Assessment (MCA)

**Assessment Mode for Module  
Examination**

- Practical design, approx. 10 pages (60%)
- Presentation with professional discussion, approx. 25 min. (40%)

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Physik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Physikalisches Vertiefungsfach“
- Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“
- Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Circuit Design“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme“

If required, all concepts in the lectures of this module can also be explained in German. Please speak to the professor responsible.

**Module Components**

- Practical training: Antenna Design Laboratory I

**Components to be offered in the  
Current Semester**

No assignment

## Module 14362 Radar Systems

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14362	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Radar Systems</b>
	Radarsysteme
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Gardill, Markus
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students have an understanding of the fundamentals of radar systems. They can describe the propagation of electromagnetic waves in wireless channels in time and frequency domain. They are able to classify radar systems and their operating principles and parameters. and to model the kinematics of radar targets. Further they are able to analyse and classify radar methods, waveforms and their characteristics. They understand and apply essential steps in digital signal processing in radar systems. They are able to analyse radar systems at the system level.
<b>Contents</b>	Radar systems for applications in industry, transportation, medical technology, and remote sensing. This includes in particular an overview of radar systems, terminology, propagation of electromagnetic waves, kinematics of radar targets, modeling of transmit and receive power, radar waveforms, modeling of radar systems and radar signal processing. In the exercise, the contents of this lecture are consolidated by calculation examples, deepened in computer-based simulations and examples and finally applied in practical experiments with radar system hardware.
<b>Recommended Prerequisites</b>	none
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester

	Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	Lecture notes will be provided during the first class meeting.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<p><b>Prerequisite:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>successful performance in the practical experiments during the exercise</li></ul> <p><b>Final module examination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Oral examination, 30-45 min. <b>OR</b></li><li>Written examination, 90 min.</li></ul>
	In the first lecture it will be announced, whether the examination will be organized in written or oral form.
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-based Systems: Electrical Engineering, Information Technology and Sensor Technology“</li><li>Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Lecture: Radar Systems</li><li>Accompanying exercise</li><li>Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<p><b>110180</b> Lecture Radar Systems - 2 Hours per Term</p> <p><b>110181</b> Seminar/Practical training Radar Systems - 2 Hours per Term</p> <p><b>110182</b> Examination Radar Systems</p>

## Module 14442 Radio Frequency Integrated Circuit Design Lab

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14442	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Radio Frequency Integrated Circuit Design Lab</b>
	Praxisorientierter Entwurf von integrierten Hochfrequenz-ICs
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Kahmen, Gerhard
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	<p>After successfully completing the module, students have an overview of radio frequency (RF) transceiver architectures, RF devices and active/passive microelectronic components. They are able to apply common software tools for the design, layout and verification based on a mixer circuit realized on an IHP high performance semiconductor technology. Students are able to go through the entire design cycle from specification, schematic entry, simulation, layout to validation of the tape-out capable design of an application specific integrated circuit (ASIC).</p>
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transceiver architectures and figures of merit</li> <li>• Introduction into active and passive microelectronic devices</li> <li>• RF-Mixer basics</li> <li>• RF-Mixer topologies</li> <li>• Introduction into Keysight ADS Design Framework</li> <li>• ASIC schematic design</li> <li>• Introduction into Cadence Virtuoso (layout / physical design)</li> <li>• ASIC Layout design</li> <li>• Introduction into 2.5D electromagnetic (EM) design</li> <li>• Circuit optimization</li> <li>• Design Rule Check (DRC)</li> <li>• Layout vs. Schematic</li> <li>• Virtual Tape Out</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of electrical engineering at a level corresponding to the first four semesters of a Bachelor's degree in electrical engineering</li> </ul>

- Knowledge of the functioning and topology of electronic components, such as content of module 12364 Elektronische Bauelemente und Grundschaltungen
- Basic knowledge of Analog circuit design, such content of module 33315 Analoge Schaltungen
- Knowledge of the content of the module 14030 Radio Frequency Application-Specific Integrated Circuit Design

<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Study project - 30 hours Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R.G. Meyer, „Analysis and Design of Analog Integrated Circuits“, John Wiley &amp; Sons, 4th Edition, 2001</li><li>• S. Dimirijev, „Understanding Semiconductor Devices“, Oxford University Press, 2nd Edition</li><li>• S. Voinigescu, „High-Frequency Integrated Circuits“, Cambridge University Press, 2013</li><li>• J.D. Cressler, G. Niu, „Silicon-Germanium Heterojunction Bipolar Transistors“, Artech House, 2003</li><li>• B. Razavi, „Design of Analog CMOS Integrated Circuits“, Mc Graw Hill 2001</li></ul>
	Teaching material will be provided before each lecture.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Preparation of a design review presentation, approx. 30 hours</li></ul> <b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Defence of the design (design review) during the examination</li><li>• Oral examination, approx. 45 min.</li></ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	15
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“</li><li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in field of application „Maschinenbau/Elektrotechnik“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Radio Frequency Integrated Circuit Design Lab</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	No assignment

## Module 14450 Hardware/Software Codesign for Embedded Systems

assign to: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14450	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Hardware/Software Codesign for Embedded Systems</b>
	Hardware/Software Codesign für eingebettete Systeme
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Dr.-Ing. habil. Herglotz, Christian Josef
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	On special announcement
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successful completion of the modul, students know the systematic design of embedded hardware / software systems from specification and synthesis. They can use methods and tools on real-life problems. They can also judge upon the capabilities and limits of specific design tools.
<b>Contents</b>	Phases of system design. Structures of embedded systems. Continuous and discrete models. Models for discrete systems, properties and limitations. Introduction to SystemC. ASIPs and ASSPs. HW / SW partitioning: Profiling, static estimation, HW-SW co-simulation. Application specific processor design and optimisation. Automatic HW / SW partitioning. Hardware synthesis from behavioural specifications.
<b>Recommended Prerequisites</b>	Basic knowledge in digital design, computer architecture and software-systems design technology.
<b>Mandatory Prerequisites</b>	no successful completion of the module 12406 Hardware / Software Codesign für eingebettete Systeme
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Practical training - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	Script and presentations available for downloading. List of references is presented at the beginning of the course. Problems for exercises and instructions for lab experiments can be downloaded.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Successful completion of exercises and presentation of results in course</li></ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	<b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Oral examination, 30 min.</li></ul>
<b>Limited Number of Participants</b>	Performance Verification – graded
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und Technische Informatik“ (level 400)</li><li>Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“</li><li>Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>Lecture: Hardware/Software Codesign for Embedded Systems</li><li>Accompanying laboratory</li><li>Related examination</li></ul>
<b>Module Components</b>	No assignment
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	

**Modul 33328 Grundlagen der Hochfrequenztechnik**

zugeordnet zu: Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	33328	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Grundlagen der Hochfrequenztechnik</b>
	Introduction to Radio Frequency Techniques
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Rudolph, Matthias
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Hochfrequenztechnik vertraut. Sie kennen sich mit der Ausbreitung von Wellen auf Leitungen und deren Implikationen, wie z.B. Reflexionen aus, können lineare Mehrtore mit Streuparametern berechnen und Impedanz-Anpassungen vornehmen. Sie kennen die in der HF-Elektronik typischen aktiven und passiven Bauelemente.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wellen auf Leitungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungseratzschaltbild, Leitungsparameter</li> <li>• Koaxial- und Hohlleiter: Moden, Dispersion, Verluste</li> </ul> </li> <li>2. Reflexion und Smith-Chart <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexionsfaktor, Impedanztransformation, Stehende Wellen</li> <li>• Smith-Chart</li> <li>• Anpassungsschaltungen</li> <li>• Resonatoren, Güte, Bandbreite</li> </ul> </li> <li>3. S-Parameter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Mehrtore, S-Parameter</li> <li>• Masongraphen, Gain-Definitionen, Stabilität</li> <li>• Verlustfreie Mehrtore</li> </ul> </li> <li>4. Koppler und Divider <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koppler</li> <li>• Divider, Wilkinson-Divider</li> </ul> </li> <li>5. Rauschen</li> </ol>

- Mathematische Grundlagen
  - Physikalische Rauschquellen
  - Rauschzahl, kaskadierte Zweitore
  - Rauschparameter
6. Halbleiter-Bauelemente
- Dioden
  - Feldeffektransistoren
  - Bipolare Transistoren

**Empfohlene Voraussetzungen**

**Kenntnisse:**

- Modul *Elektrotechnik I: Gleichstromtechnik und Felder* (33102)
- Modul *Elektrotechnik II: Wechselstromtechnik* (33103)
- Modul *Elektrotechnik III: Analogtechnik* (33202)
- Modul *Elektrotechnik IV: Digitaltechnik und Systemtheorie* (33201)
- Modul *Theoretische Elektrotechnik* (33311)

**Zwingende Voraussetzungen**

Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 14823 Introduction to Radio Frequency Techniques.

**Lehrformen und Arbeitsumfang**

Vorlesung - 3 SWS  
Übung - 2 SWS  
Selbststudium - 105 Stunden

**Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise**

- Hans L. Hartnagel, Rüdiger Quay, Ulrich L. Rohde, Matthias Rudolph (Eds.),  
Fundamentals of RF and Microwave Techniques and Technologies, Cham, Switzerland: Springer, 2023.  
ISBN: 978-3-030-94098-0, DOI: doi.org/10.1007/978-3-030-94100-0  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-94100-0>
- Michael H.W. Hoffmann, Hochfrequenztechnik - Ein systemtheoretischer Zugang, Springer-Lehrbuch 1997  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-59089-4>

**Modulprüfung**

Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für Modulprüfung**

**Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:**

- erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (selbständiges Lösen der Übungsaufgaben und Abgabe einer schriftlichen Lösung zum Übungstermin)

**Modulabschlussprüfung:**

- Klausur, 120 min.

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Physik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Physikalisches Vertiefungsfach“

- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Grundlagen der Hochfrequenztechnik (Vorlesung)
- Grundlagen der Hochfrequenztechnik (Übung)

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** **112110** Vorlesung

Introduction to Radio Frequency Technique (Grundlagen der Hochfrequenztechnik) - 3 SWS

**112111** Übung

Introduction to Radio Frequency Technique (Grundlagen der Hochfrequenztechnik) - 2 SWS

**112113** Prüfung

Introduction to Radio Frequency Technique (Grundlagen der Hochfrequenztechnik)

**Modul 11289 Softwaretechnik**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11289	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Softwaretechnik</b>
	Software Engineering
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. Lambers, Leen
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Leistungspunkte</b>	8
<b>Lernziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden Kenntnisse von fortgeschrittenen Methoden und Werkzeugen zur Softwareentwicklung. Sie sind befähigt zur Auswahl, Anwendung und Evaluierung von Methoden und Werkzeuge zur Softwareentwicklung. Sie sind befähigt zur selbständigen Erarbeitung und Präsentation von Spezialwissen im Themenfeld Softwaretechnik.
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Methoden und Werkzeuge für Analyse und Entwurf, Implementierung, Wartung und Qualitätssicherung von Softwaresystemen</li> <li>• Ethische und gesellschaftliche Aspekte in Verbindung mit Softwaretechnik</li> </ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12101: Algorithmieren und Programmieren</li> <li>• 12104: Entwicklung von Softwaresystemen</li> <li>• 12202: Softwarepraktikum</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 4 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 150 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmut Balzert. Lehrbuch der Softwaretechnik, Band 1/2. Spektrum Akademischer Verlag, 2005</li> <li>• Ian Sommerville, Software Engineering, 10. Auflage, Pearson, 2018</li> </ul>

- Ian Sommerville, Modernes Software Engineering, Pearson, 2020
- Software Testing and Analysis: Process, Principles and Techniques; Mauro Pezzè, Michal Young, Wiley, 2007

**Modulprüfung**

Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für  
Modulprüfung**

**Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:**

- erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben erfolgreicher Präsentation der Ergebnisse in den Übungen (75% müssen erbracht/ gelöst werden)

**Modulabschlussprüfung:**

- Klausur, 90 min. **ODER**
- mündliche Prüfung, 30-45 min.

In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Praktische Informatik“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“
- Studiengang eBusiness M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“
- Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Anwendungsfach „Informatik“
- Studiengang Artificial Intelligence M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Advanced Methods“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Vorlesung: Softwaretechnik
- Übung zur Vorlesung
- Zugehörige Prüfung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

## **Modul 11352 Informations- und Kodierungstheorie**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

### Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11352	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Informations- und Kodierungstheorie</b>
	Information and Coding Theory
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Wolff, Matthias
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Nach Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• den technischen Informationsbegriff sowie die wesentlichen Verfahren zur Extraktion der Information aus Daten (Quellenkodierung) und zur fehlersicheren Übertragungen (Kanalkodierung) zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Kodierverfahren zu bewerten und zu entwickeln.</li> </ul>
<b>Inhalte</b>	Was ist Information? (Informationsbegriff und -maß), Einzel- und Verbundquellen, Markov-Quellen, Quellenkodierung, 1. Shannonsches Kodierungstheorem, Optimal-kodes, Nachrichtenkanäle und Transinformation, Kanalmodell von Berger, Fehler-korrekturstrategien, Hamming-Schranke und 2. Schannonsches Kodierungstheorem, Linearkodes, Galois-Felder, zyklische Kodes, Faltungskodes, Viterbi-Dekoder, Kodeverkettung (Turbo-Kodes), Bewertung von Kodes (Fehlerwahrscheinlichkeit), Anwendungsbeispiele (u. a. DVD, Blu-Ray, DVB, GSM, UMTS)
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 1 SWS Seminar - 1 SWS Selbststudium - 120 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Folienmanuskript</li><li>• Schönenfeld, D.; Klimant, H.; Piotraschke, R.: Informations- und Kodierungstheorie. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012 (4. Auflage). ISBN 978-3-8348-0647-5</li><li>• Heise, W.; Quattrocchi, P.: Informations- und Codierungstheorie. Springer Berlin, Heidelberg, New York, 1995 (3. Auflage). ISBN 3-540-57477-8</li><li>• Niels Ferguson, N.; Schneier, B.; Kohno, T.: Cryptography Engineering. John Wiley &amp; Sons, March 15, 2010. ISBN: 9780470474242</li></ul>
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Modulprüfung</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Teilleistung -25 %: Bearbeitung einer Seminararbeit in Gruppen (Lösung einer Programmieraufgabe zum Thema der Vorlesung und Ausarbeitung einer Präsentation im Selbststudium) und Präsentation von ca. 10 Minuten mit anschließender fachlicher Diskussion (im Rahmen der Lehrveranstaltung; in der Regel zum letzten Übungstermin)</li><li>2. Teilleistung - 75 %: schriftliche Prüfung, 60 Minuten</li></ol>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informations- und Medientechnik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Elektrotechnik und Nachrichtentechnik“ für alle Studienrichtungen</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Physik“</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Physik“ (in beschränktem Umfang)</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung Informations- und Kodierungstheorie</li><li>• Seminar/Übung Informations- und Kodierungstheorie</li><li>• Prüfung Informations- und Kodierungstheorie</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>110416</b> Vorlesung Informations- und Kodierungstheorie - 2 SWS <b>110417</b> Seminar/Übung Informations- und Kodierungstheorie - 2 SWS <b>110418</b> Prüfung Informations- und Kodierungstheorie

## Modul 11415 Graphentheorie

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11415	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Graphentheorie</b>
	Graph Theory
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Köhler, Ekkehard
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester ungerader Jahre
<b>Leistungspunkte</b>	8
<b>Lernziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die wichtigsten Begriffe und Zusammenhänge der Graphentheorie,</li> <li>• können graphentheoretische Konzepte zur Lösung von praktischen Problemstellungen anwenden,</li> <li>• gewinnen am Beispiel von Themen zur Graphentheorie Erfahrungen im selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten.</li> </ul>
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe, Graphen, Zusammenhang, Bäume</li> <li>• Matchings, Färbungen, Flüsse</li> <li>• Satz von Hall, Satz von König, chromatische Zahl, Satz von Menger</li> <li>• Planare Graphen, Eulersche Polyederformel, Satz von Kuratowski, Dualität, Kreisbasen</li> <li>• Ethische Verantwortung in der Anwendung der Modelle, Algorithmen und Ergebnisse</li> </ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<p>Kenntnis des Stoffes der Module</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11101: Lineare Algebra und analytische Geometrie I</li> <li>• 11102: Lineare Algebra und analytische Geometrie II</li> </ul> <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11112: Mathematik IT-1 (Diskrete Mathematik)</li> <li>• 11113: Mathematik IT-2 (Lineare Algebra)</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 14085 - Graph Theory
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 4 SWS

Übung - 2 SWS  
Selbststudium - 150 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• D.B. West: Introduction to Graph Theory. (Prentice Hall, 1996)</li><li>• R. Diestel: Graphentheorie. (Springer, 1996)</li></ul>
<b>Modulprüfung</b>	Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Klausur, 90 min. <b>ODER</b></li><li>• mündliche Prüfung, 30 min.</li></ul>
	In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Analysis / Algebra / Kombinatorik“</li><li>• Studiengang Mathematik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefung“, im begrenzten Umfang</li><li>• Studiengang Wirtschaftsmathematik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefung“, im begrenzten Umfang</li><li>• Studiengang Informatik B.Sc.: Wahlpflichtmodul in „Praktische Mathematik“ oder im Anwendungsfach „Mathematik“</li><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul in „Mathematik“ oder im Anwendungsfach „Mathematik“</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Studiengang Physics M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Minor Subject“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Graphentheorie (4 SWS)</li><li>• begleitende Übung (2 SWS)</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>130410</b> Vorlesung Graph Theory - 4 SWS <b>130411</b> Übung Graph Theory - 2 SWS <b>130413</b> Prüfung Graph Theory - 2 SWS

**Modul 11450 Effiziente Algorithmen**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11450	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Effiziente Algorithmen</b>
	Efficient Algorithms
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil Meer, Klaus
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Sommersemester ungerader Jahre
<b>Leistungspunkte</b>	8
<b>Lernziele</b>	<p>Ein zentraler Aspekt bei der algorithmischen Behandlung von Problemen in der Informatik ist die Effizienz. Wie schnell bzw. kostengünstig lässt sich ein Problem lösen? Dabei wesentlich sind die Auswahl geeigneter Datenstrukturen sowie der zugehörige Algorithmenentwurf. Anschließend daran ist eine Problem- und Algorithmenanalyse unerlässlich, bei denen Korrektheit und Effizienz der verwendeten Methoden untersucht werden.</p> <p>In der Vorlesung werden wichtige Klassen von Algorithmen vorgestellt und analysiert. Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis erlangen, welche Datenstrukturen für welche Fragestellungen geeignet sind. Sie sollen einen elementaren Fundus an algorithmischen Techniken erlernen, effiziente Verfahren zu entwerfen und zu analysieren. Schließlich sollen die Grenzen dieser Techniken ausgelotet werden.</p>
<b>Inhalte</b>	<p>In dieser einführenden Veranstaltung werden unterschiedliche Typen von Algorithmen und die ihnen zugrunde liegenden Datenstrukturen und Strategien untersucht. Von Bedeutung sind hierbei Korrektheitsbeweise, die Aufwandsanalyse der Algorithmen sowie der Nachweis oberer und unterer Schranken für die Laufzeit von Lösungsverfahren.</p> <p>Folgende Themen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die algorithmischen Techniken Greedy, Divide - and - Conquer, dynamische Programmierung</li> <li>• Methoden der Aufwandsanalyse, Rekursionsgleichungen</li> <li>• obere und untere Laufzeitschranken</li> <li>• Graphenalgorithmen: Tiefensuche, Breitensuche, kürzeste Wege, aufspannende Bäume</li> </ul>

- Sortierverfahren
- Suchverfahren
- elementare algebraische Algorithmen: Euklidischer Algorithmus, Chinesischer Restklassensatz, diskrete Fouriertransformation, Matrizenmultiplikation

**Empfohlene Voraussetzungen**

Kenntnis im Umgang mit elementarer Analyse der Laufzeit von Algorithmen, zum Beispiel Kenntnis des Stoffes von Modul

- 12101: Algorithmieren und Programmieren oder
- 12868: Algorithmische Diskrete Mathematik

**Zwingende Voraussetzungen**

keine

**Lehrformen und Arbeitsumfang**

Vorlesung - 4 SWS  
Übung - 2 SWS  
Selbststudium - 150 Stunden

**Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise**

- T. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms, McGraw & Hill, 2nd Edition, 2002
- K. Mehlhorn: Datenstrukturen und effiziente Algorithmen, 3 Bände, Teubner 1988 (englische Version: Data Structures and Algorithms)
- V. Heun: Grundlegende Algorithmen, 2. Auflage, Vieweg, 2003
- T. Ottmann, P. Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag 1996

**Modulprüfung**

Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für Modulprüfung**

- mündliche Prüfung, 30-45 Minuten

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik B.Sc.: Wahlpflichtmodul in Komplex „Grundlagen der Informatik“ (Niveaustufe 300)
- Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Anwendungen“, Bereich „Informatik“
- Studiengang Künstliche Intelligenz B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Methodische Grundlagen“
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Vorlesung: Effiziente Algorithmen
- Übung zur Vorlesung
- Zugehörige Prüfung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** **120161** Prüfung

Effiziente Algorithmen (Wiederholung)

## Module 11862 Pervasive System Security

assign to: Software-basierte Systeme

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	11862	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Pervasive System Security</b>
	Sicherheit in Pervasiven Systemen
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. Langendörfer, Peter
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Upon completion of the module, students will know the basics of security in pervasive systems. They will know the different fields of work in which the systems are used, such as telemedicine and homeland security. They are able to identify security requirements and threats to privacy. They understand how the means presented are used to ensure security requirements. They are able to apply different algorithms in the field. They will be able to analyze security protocols and analyze their weaknesses.
<b>Contents</b>	<p>This lecture introduces different kinds of pervasive systems considering diverse application areas such as telemedicine and homeland security. These examples are used to elaborate security and privacy requirements as well as threats against these goals. Then means ensuring the security goals will be introduced, here a clear focus is on cryptographic systems as the means of implementing security goals. Selected security protocols e.g. for key exchange, digital signature generation/verification, etc. will be discussed taking into account their limitations and means to successfully attack those protocols.</p> <p>Topics covered include in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topology, functionality and limitations of pervasive systems in different application areas.</li> <li>• Symmetric and asymmetric cryptosystems</li> <li>• Security protocols for key exchange</li> <li>• Generation and verification of digital signatures</li> <li>• Security aspects in the algorithms and their implementations</li> <li>• Security vulnerabilities of the protocols and possible attack targets</li> <li>• Privacy protection issues</li> </ul>

- Physical attacks and their classification
- Side channel attacks (SCA) on encryption means and appropriate countermeasures
- Physical processes exploited for SCA; basics of measurement
- Fault injection (FI) attacks, physical basics and suitable countermeasures

**Recommended Prerequisites**

Knowledge of the content of the modules

- 11454: Grundlagen der Rechnernetze
- 11864: Wireless Sensor Networks: Concepts, Protocols and Applications
- 11859: Cryptography

as well as basics in mathematics and physics.

**Mandatory Prerequisites**

none

**Forms of Teaching and Proportion**

Lecture - 2 hours per week per semester

Exercise - 1 hours per week per semester

Self organised studies - 135 hours

**Teaching Materials and Literature**

- Paar, C., Pelzl, J. (2010): Understanding Cryptography - A Textbook for Students and Practitioners, Springer
- Schneier, Bruce (1996): Applied Cryptography : Protocols, Algorithms, and Source Code in C, Wiley
- F. Koeune, F. Standaert (2005): A Tutorial on Physical Security and Side-Channel Attacks, Springer
- Ross Anderson (2020): Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, 3rd Edition, Wiley

**Module Examination**

Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

**Assessment Mode for Module Examination**

**Prerequisite:**

- Successful completion of homework **OR** successful completion of two intermediate written examinations in the course (at least 50% per submission)

**Final module examination:**

- Written examination, 90 min. **OR**
- Oral examination, 30 min. (with small number of participants)

In the first lecture it will be announced, which type of prerequisite must be fulfilled and if the examination will be offered in written or oral form.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in "Angewandte und technische Informatik" (level 400)
- Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex "Cyber Security Methods"
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“

**Module Components**

- Lecture: Pervasive System Security
- Accompanying exercises
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

- 122250** Lecture/Exercise  
Pervasive System Security - 3 Hours per Term  
**122251** Examination  
Pervasive System Security

**Module 11863 Hands on Knowledge for Side Channel Attacks**

assign to: Software-basierte Systeme

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	11863	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Hands on Knowledge for Side Channel Attacks</b>
	Praxis der Seitenkanal-Angriffe
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. Langendörfer, Peter
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	This module aims at providing basic knowledge – theoretical and practical – for successfully conducting side channel attacks.
<b>Contents</b>	Even for successfully applying basic side channel attacks such as „Simple Power Analysis“ or „Simple Electromagnetic Analysis“ knowledge in different areas is essential: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thorough understanding of cryptographic algorithms</li> <li>• Good knowledge about measurement and</li> <li>• Analysis and evaluation tools</li> </ul> <p>In this module the necessary skills will be taught theoretically first. Afterwards they are applied by the students in the crypto hardware laboratory of IHP (Innovations for High Performance Microelectronics). The devices used for practical training have been designed and manufactured at IHP. So there are AES and ECC implementations available for experiments. The power analysis will be based on pre-recorded simulation and measurement results.</p>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Firm knowledge of module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11862 Pervasive System Security</li> </ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful participation in module 11862 - <i>Pervasive System Security</i>.</li> <li>• No successful participation in module 14478 - <i>Praxis der Seitenkanal-Angriffe</i>.</li> </ul>
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 1 hours per week per semester

Consultation - 1 hours per week per semester  
Practical training - 2 hours per week per semester  
Self organised studies - 120 hours

**Teaching Materials and Literature**

Are handed out at the beginning of the module

**Module Examination**

Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

**Assessment Mode for Module  
Examination**

**Prerequisite:**

- Successful implementation of the experiments in the lab, analysis of the traces

**Final module examination:**

- Final presentation of the experimental results including a short oral examination, 45-60 min.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex "Cyber Security Methods"
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“

Due to the limited space available in the laboratory rooms of the IHP the module responsible should be contacted at an early stage.

**Module Components**

- Lecture/Practical training: Hands on Knowledge for Side Channel Attacks including consultations
- Subsequent block laboratory in the laboratory rooms of the IHP during the lecture free period.
- Examination: Hands on Knowledge for Side Channel Attacks

**Components to be offered in the  
Current Semester**

**122290** Examination

Hands on Knowledge for Side Channel Attacks (Re-examination)

## Module 11864 Wireless Sensor Networks: Concepts, Protocols and Applications

assign to: Software-basierte Systeme

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	11864	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Wireless Sensor Networks: Concepts, Protocols and Applications</b>
	Drahtlose Sensornetze: Konzepte, Protokolle und Anwendungen
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Piotrowski, Krzysztof
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Participants know the architecture of wireless sensor networks. They can select and classify protocols for different applications. Participants can design and understand complex protocols. They understand the connection between physical impacts on communication and necessary technical means to keep the network alive. They can design own networks and argue about the design decisions. They can judge about future developments.
<b>Contents</b>	Architecture of sensor networks, node-architectures, MAC protocols, addressing, routing, synchronisation, operating systems, topology management, applications, security and key-exchange protocols.
<b>Recommended Prerequisites</b>	Basic knowledge of technical computer science concepts and communication systems.
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	Are available on Moodle, starting from the first week of lectures.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful completion of exercise assignments</li> </ul>

**Final module examination:**

- Written examination, 90 min. **OR**
- Oral examination, 30 min. (with small number of participants)

In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Informatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex "Angewandte und Technische Informatik" (level 300)
- Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex "Computer Science"
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“
- Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“
- Study programme Micro- and Nanoelectronics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications“

**Module Components**

- Lecture/Exercise: Wireless Sensors networks: Concepts, Protocols and Applications
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

**122130 Lecture/Exercise**

Wireless Sensor Networks: Concepts, Protocols and Applications - 4 Hours per Term

**122131 Examination**

Wireless Sensor Networks: Concepts, Protocols and Applications

**Modul 12339 Betriebssysteme II (Speicherverwaltung: Mechanismen und Strategien)**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12339	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Betriebssysteme II (Speicherverwaltung: Mechanismen und Strategien)</b> Operating Systems II (Multi-Level Memory Management)
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Nolte, Jörg
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester gerader Jahre
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen komplexe Speicherverwaltungs- und Ein-/Ausgabetechniken. Sie sind in der Lage, entsprechende Mechanismen zu implementieren und in größere Systeme zu integrieren. Dabei vertiefen sie ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern.
<b>Inhalte</b>	Das Modul Betriebssysteme II baut auf dem Modul Betriebssysteme I auf. Schwerpunkte des Moduls sind schwergewichtige Prozesse, Schutzmechanismen in Betriebssystemen, Adressraumkonzepte, Funktionsweise von Speicherverwaltungseinheiten, Methoden und Techniken der Speicherverwaltung auf Betriebssystem- und Laufzeitsystemebene, Integration und Wechselwirkung zwischen Speicherverwaltung, Ein-/Ausgabesystemen und Netzwerken. In den praktischen Übungen wird von den Studierenden inkrementell eine virtuelle Speicherverwaltung im Benutzermodus realisiert.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes des Moduls • 12204: Betriebssysteme I
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 11861 - <i>Operating Systems II (Multi-Level Memory Management)</i> .
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Folien der Vorlesung</li><li>• Aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zum Modul zu finden.</li></ul>
<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementierung eines Prototypen</li></ul>
	<b>Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min.</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Angewandte und technische Informatik“ (Niveaustufe 300)</li><li>• Studiengang Informations- und Medientechnik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Informatik“ (alle Studienrichtungen)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Studiengang eBusiness M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li></ul>
	Falls kein Bedarf am Modulangebot in deutscher Sprache vorliegt, so kann statt dem Modul 12339 auch das englischsprachige 11861 "Operating Systems II (Multi-Level Memory Management)" belegt werden. Die Module 11861 "Operating Systems II (Multi-Level Memory Management)" und 12339 "Betriebssysteme II (Speicherverwaltung: Mechanismen und Strategien)" können nicht zusammen abgerechnet werden.
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung Betriebssysteme II</li><li>• Übung Betriebssysteme II</li><li>• Prüfung Betriebssysteme II</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

**Modul 12349 Moderne Funktionale Programmierung**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12349	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Moderne Funktionale Programmierung</b>
	Modern Functional Programming
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Hofstede, Petra
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Qualifikationsziel dieses Moduls ist es, die Studierenden mit modernen funktionalen Programmiertechniken vertraut zu machen. Die erlernten theoretischen und praktischen Grundlagen und weiterführenden funktionalen Techniken erlauben ihnen, sich selbstständig in aktuelle Forschungsthemen und Entwicklungen auf dem Gebiet der funktionalen Sprachen einzuarbeiten.
<b>Inhalte</b>	Schwerpunkte der Veranstaltung umfassen u.a. die folgenden Themengebiete: <ul style="list-style-type: none"><li>• Theoretische und praktische Grundlagen funktionaler Sprachen und der funktionalen Programmierung</li><li>• Funktionale Algorithmen (Funktionen höherer Ordnung, funktionale Scanner und Parser, Fixpunkte, Gleichungssysteme und transitive Hüllen)</li><li>• Funktionale Datenstrukturen</li><li>• Monaden</li><li>• Typisierung</li><li>• Programmtransformationen</li><li>• Funktional-logische Programmierung</li></ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse in der Programmierung.
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zur Lehrveranstaltung zu finden.
<b>Modulprüfung</b>	Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min. <b>ODER</b></li><li>• Klausur, 90 min. (bei erhöhter Teilnehmerzahl)</li></ul>
	In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Grundlagen der Informatik“ (Niveaustufe 300)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Methodische Grundlagen“</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Anwendungen“, Bereich „Informatik“</li><li>• Studiengang Medizininformatik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Informatik“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 120710 Vorlesung Moderne Funktionale Programmierung</li><li>• 120711 Übung Moderne Funktionale Programmierung</li><li>• 120712 Prüfung Moderne Funktionale Programmierung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

## Modul 12422 Datenbanktechnologie

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

### Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12422	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Datenbanktechnologie</b>
	Implementation of a DBS
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Schmitt, Ingo
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Verständnis der Funktionsweise von Datenbanksystemen, Befähigung zur Datenbankadministration
<b>Inhalte</b>	<b>Aufbau und Funktionsweise von Datenbanksystemen</b> Architektur von Datenbanksystemen, Verwaltung des Hintergrundspeichers, Dateiorganisation und Zugriffsstrukturen, Datenbankoperationen, Anfrageoptimierung, Transaktionsverwaltung
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes von Modul <ul style="list-style-type: none"><li>• 12330: Datenbanken oder</li><li>• 12315: Datenmanagement</li></ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	• G. Saake, A. Heuer, Kai-Uwe Sattler: "Datenbanken: Implementierungstechniken", MITP-Verlag, Bonn, 2003
<b>Modulprüfung</b>	Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klausur, 90 min. <b>ODER</b></li><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min. (bei geringer Teilnehmerzahl)</li></ul>
	In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.

<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Praktische Informatik“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang eBusiness M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt: „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung Datenbanktechnologie</li><li>• Übung Datenbanktechnologie</li><li>• Prüfung Datenbanktechnologie</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

**Modul 12432 Verteilte und Parallele Systeme II (Nebenläufigkeit, Replikation, Konsistenz)**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12432	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Verteilte und Parallele Systeme II (Nebenläufigkeit, Replikation, Konsistenz)</b> Distributed and Parallel Systems II (Concurrency, Replication and Consistency)
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Nolte, Jörg
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Sommersemester ungerader Jahre
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden lernen Methoden und Techniken zur Koordination von parallelen Aktivitäten in verteilten Systemen kennen, verstehen und anzuwenden. Sie lernen weiterhin unterschiedliche Konsistenzmodelle und ihre Implementierung zu verstehen und zu bewerten. Dabei vertiefen sie ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern.
<b>Inhalte</b>	Das zweite Modul im Zyklus "Verteilte und Parallele Systeme" konzentriert sich auf die Aspekte der Synchronisation und der Konsistenz in verteilten Systemen. Das Modul behandelt u.a. Modelle und Paradigmen zur Parallelverarbeitung (Task- vs. Datenparallelität, kollektive Operationen, Tupelräume und Datenflussmodelle, eifrige und faule Synchronisationsverfahren). Aktive und passive Replikationsmechanismen und die zugehörigen Konsistenzmodelle (schwache vs. starke Konsistenz) sind weitere Schwerpunkte des Moduls. Das Modul beinhaltet praktische Übungen auf dem PC-Cluster des Lehrstuhls.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12204: Betriebssysteme I</li> <li>• 12341: Verteilte und Parallele Systeme I</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 11860 - <i>Distributed and Parallel Systems II (Concurrency, Replication and Consistency)</i> .

<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Folien zur Vorlesung</li><li>• aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zum Modul zu finden</li></ul>
<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementierung eines Prototypen</li></ul>
	<b>Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min.</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Angewandte und technische Informatik“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Studiengang eBusiness M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li></ul>
	Falls kein Bedarf am Modulangebot in deutscher Sprache vorliegt, so kann statt dem Modul 12432 auch das englischsprachige Modul 11860 "Distributed and Parallel Systems II (Concurrency, Replication and Consistency)" belegt werden. Die Module 11860 "Distributed and Parallel Systems II (Concurrency, Replication and Consistency)" und 12432 "Verteilte und Parallele Systeme II (Nebenläufigkeit, Replikation, Konsistenz)" können nicht zusammen abgerechnet werden.
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	Vorlesung: Verteilte und Parallele Systeme II Übung zur Vorlesung
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

**Modul 12458 Algebraische Rechenmodelle**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12458	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Algebraische Rechenmodelle</b>
	Algebraic Computational Models
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil Meer, Klaus
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester gerader Jahre
<b>Leistungspunkte</b>	8
<b>Lernziele</b>	Kennenlernen und Verständnis von alternativen (zur Turingmaschine), Zugängen zu Berechenbarkeit und Komplexität. Einblicke in die Bedeutung der Anwendung tiefliegender Methoden beim Entwurf und der Analyse von Algorithmen.
<b>Inhalte</b>	Eine Reihe algorithmischer Fragestellungen sind mit Hilfe des Modells der Turingmaschine nicht adäquat modellierbar. Dies gilt vor allem für Probleme, die überabzählbare Strukturen involvieren. Die Vorlesung behandelt algebraische Rechenmodelle, mit deren Hilfe Algorithmen über Strukturen wie den reellen und den komplexen Zahlen formuliert und untersucht werden können. Solche Algorithmen sind beispielsweise Gegenstand in der berechenbaren Geometrie, der Computeralgebra oder der numerischen Mathematik. Die Vorlesung gibt einen Einblick in algorithmische und methodische Fragen, die bei derartigen Modellen eine zentrale Rolle spielen. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"><li>• Algebraische Schaltkreise, das Berechnungsmodell von Blum-Shub-Smale</li><li>• Reelle Komplexitätsklassen: P, NP, NP-Vollständigkeit über den reellen Zahlen</li><li>• Nullstellenexistenz univariater Polynome: Satz von Sturm, Regel von Descartes</li><li>• Systeme von Polynomgleichungen: Lösbarkeit über den reellen und den komplexen Zahlen</li><li>• Sätze von Tarski, Łojasiewicz; zylindrische Dekomposition semi-algebraischer Mengen</li><li>• Untere Schranken</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gröbnerbasen; Algorithmus von Buchberger</li><li>• Diskrete Fouriertransformation</li></ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Solide Kenntnisse über die Grundlagen der Theoretischen Informatik.
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 4 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 150 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Blum, Cucker, Shub, Smale: Complexity and Real Computation, Springer, 1998</li><li>• Bürgisser, Clausen, Shokrollahi: Algebraic Complexity Theory, Springer, 1997</li></ul> <p>Weitere Literatur wird während der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>
<b>Modulprüfung</b>	Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 Minuten</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Grundlagen der Informatik“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Analysis / Algebra / Kombinatorik“</li><li>• Studiengang Mathematik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefung“, im begrenzten Umfang</li><li>• Studiengang Wirtschaftsmathematik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefung“, im begrenzten Umfang</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung Algebraische Rechenmodelle</li><li>• Übung zur Vorlesung</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>120160</b> Prüfung Algebraische Rechenmodelle - Wiederholungsprüfung

## Modul 12472 Einführung in die Constraint-Programmierung

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12472	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Constraint-Programmierung</b> Introduction to Constraint Programming
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Hofstedt, Petra
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden erlangen einen theoretisch fundierten Überblick über das Gebiet der Constraint-Programmierung sowie praktische und methodische Kenntnisse und Fähigkeiten in der Anwendung. Sie lernen Techniken und mathematische Grundlagen von Constraint-Solving-Verfahren kennen. Weiterhin werden sie befähigt, komplexe Constraint-Probleme (Optimierung, Planung, Logistik, Diagnose) zu abstrahieren, zu modellieren und zu implementieren. Dies schließt die Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Techniken und Methoden für spezielle Anwendungsbereiche ein.
<b>Inhalte</b>	Die Veranstaltung umfasst u.a. folgende Themengebiete: <ul style="list-style-type: none"><li>• Prädikatenlogik und Logikprogrammierung,</li><li>• Constraints, Constraint-Systeme und Constraint-Domänen,</li><li>• Spezielle Constraint-Lösungsmechanismen und Algorithmen, insbesondere Finite-Domain Constraints und arithmetische Constraints,</li><li>• globale Constraints,</li><li>• Constraint-Programmiersprachen (Syntax und Semantik),</li><li>• Praktische Anwendung der Constraint-Programmierung und Modellierung,</li><li>• Heuristische Suche und Optimierung.</li></ul>
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse in Logik und in der Programmierung
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS

Übung - 2 SWS  
Selbststudium - 120 Stunden

**Unterrichtsmaterialien und  
Literaturhinweise**

- P. Hofstede, A. Wolf: Einführung in die Constraint-Programmierung. Grundlagen, Methoden, Sprachen, Anwendungen. Springer 2007.

Aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zur Lehrveranstaltung zu finden.

**Modulprüfung**

Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für  
Modulprüfung**

- mündliche Prüfung, 30-45 min. **ODER**
- Klausur, 90 min. (bei erhöhter Teilnehmerzahl)

In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Praktische Informatik“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Artificial Intelligence M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Learning and Reasoning“
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“
- Studiengang Angewandte Mathematik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Anwendungen“, Bereich „Informatik“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Vorlesung: Einführung in die Constraint-Programmierung
- Übung zur Vorlesung
- Zugehörige Prüfung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester**

**120710** Vorlesung

Einführung in die Constraint-Programmierung - 2 SWS

**120711** Übung

Einführung in die Constraint-Programmierung - 2 SWS

**120712** Prüfung

Einführung in die Constraint-Programmierung

## Modul 12517 Verteilte und Parallele Systeme III (Middleware Fallstudien)

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12517	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Verteilte und Parallele Systeme III (Middleware Fallstudien)</b> Distributed and Parallel Systems III (Middleware Case Studies)
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Nolte, Jörg
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden lernen die Funktionsweisen und Implementierungen verschiedenartiger Middleware-Schichten kennen und verstehen. Dabei vertiefen sie ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern.
<b>Inhalte</b>	Dieses Modul schließt den Zyklus "Verteilte und Parallele Systeme" durch konkrete Fallstudien ab. Reale Middleware-Schichten werden in Funktionalität und Realisierung analysiert und gegenübergestellt. Dafür werden frei verfügbare Implementierungen von Middleware-Plattformen (u.a. CORBA, JAVA-RMI, .NET und MPI) zu Analyse, Vergleich und Experiment herangezogen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12204 Betriebssysteme I</li> <li>• 12341 Verteilte und Parallele Systeme I (Grundlagen)</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien zur Vorlesung</li> <li>• aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zum Modul zu finden</li> </ul>

<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementierung eines Prototypen</li></ul> <b>Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min.</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Angewandte und technische Informatik“ (Niveaustufe 500)</li><li>• Studiengang eBusiness M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Verteilte und Parallele Systeme III</li><li>• Übung zur Vorlesung</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>121030</b> Vorlesung Verteilte und Parallele Systeme III - 2 SWS <b>121031</b> Übung Verteilte und Parallele Systeme III - 2 SWS <b>121033</b> Prüfung Verteilte und Parallele Systeme III

## Modul 12518 Betriebssysteme III (Fallstudien)

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12518	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Betriebssysteme III (Fallstudien)</b>
	Operating Systems III (Operating System Case Studies)
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Nolte, Jörg
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden lernen Funktionsweisen und Implementierung verschiedenartiger Betriebssysteme kennen und verstehen.
<b>Inhalte</b>	Dieses Modul schließt den Zyklus "Betriebssysteme" durch konkrete Fallstudien ab. Reale Betriebssysteme werden in Funktionalität und Realisierung analysiert und gegenübergestellt. Dafür werden Implementierungen von Betriebssystemen (u.a. Linux, FreeBSD, bei Verfügbarkeit Betriebssysteme der Windows Familie) zu Analyse, Vergleich und Experiment herangezogen. Sofern proprietärer Betriebssystem-Kode mit einbezogen wird, müssen die Studenten ggf. Verschwiegenheits- und Nichtverbreitungserklärungen der jeweiligen Hersteller unterzeichnen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12204: Betriebssysteme I</li> <li>• 12339: Betriebssysteme II (Speicherverwaltung: Mechanismen und Strategien)</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 2 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien zur Vorlesung</li> <li>• aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zum Modul zu finden</li> </ul>

<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Implementierung eines Prototypen</li></ul> <b>Modulabschlussprüfung:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mündliche Prüfung, 30-45 min.</li></ul>
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Angewandte und technische Informatik“ (Niveaustufe 500)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Betriebssysteme III</li><li>• Übung zur Vorlesung</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

## Module 12882 Embedded Real-Time Systems

assign to: Software-basierte Systeme

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	12882	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Embedded Real-Time Systems</b>
	Eingebettete Echtzeitsysteme
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Dr.-Ing. Karnapke, Reinhardt
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	On special announcement
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Students know and understand complex relationships in real-time (operating-) systems. They are able apply and develop them. They recognize the practical relevance of the acquired knowledge. They deepen their ability to collaborate with other developers.
<b>Contents</b>	The module „Embedded Real-Time Systems“ is based on the module „Operating Systems I“. The module focuses on the special challenges of both embedded systems and real-time systems. In the practical exercises students will program different embedded systems and control them simultaneously in real time.
<b>Recommended Prerequisites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solid programming skills in C / C++</li> <li>Knowledge of the functionality of operating systems, such as knowledge of the content of module 12204 "Operating Systems I"</li> </ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slides of the lecture</li> <li>Current references will be presented on the web page of the module.</li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremental implementation of a prototype</li> </ul>

	<b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Oral examination, 30-45 min.</li></ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Informatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und technische Informatik“ (level 300)</li><li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Informatik“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Eingebettete Echtzeitsysteme</li><li>• Accompanying exercise</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<p><b>121040</b> Lecture Embedded Real-Time Systems - 2 Hours per Term</p> <p><b>121041</b> Exercise Embedded Real-Time Systems - 2 Hours per Term</p> <p><b>121042</b> Examination Embedded Real-Time Systems</p>

## Module 12973 Network and System Security

assign to: Software-basierte Systeme

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	12973	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Network and System Security</b> Netzwerk- und Systemsicherheit
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Panchenko, Andriy
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Students will get familiar with challenges in securing computer systems and networks. They will get acquainted with fundamental security and privacy concepts that will be used as building blocks for later specialization.
<b>Contents</b>	In the scope of this module, we explore, among others, the following topics: <ul style="list-style-type: none"><li>• Anonymity and Privacy (mixes, onion routing, Tor)</li><li>• Firewalls</li><li>• Malware, Botnets, and Intrusion Detection</li><li>• Exploits</li><li>• Wireless Security</li><li>• Physical Security</li><li>• Biometrics</li><li>• Access Control</li><li>• Electronic Payments</li><li>• E-voting</li><li>• Digital Rights Management</li></ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge of the contents of modules <ul style="list-style-type: none"><li>• 11859 <i>Kryptographie</i></li><li>• 11889 <i>Einführung in die IT-Sicherheit</i></li></ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester

	Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	Provided on the homepage of the chair.
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Prerequisite:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Successful treatment of all assigned project tasks including successful presentation of the results</li></ul> <b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Written examination, 90 min. <b>OR</b></li><li>• Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)</li></ul> <p>In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.</p>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Cyber Security Methods“</li><li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und technische Informatik“ (level 400)</li><li>• Study programme eBusiness M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Hardware-basierte Systeme: Elektrotechnik, Informationstechnik und Sensorik“</li><li>• Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Network and System Security</li><li>• Accompanying exercises</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>120580</b> Examination Network and System Security (Wiederholung)

## Module 13490 Secure Cyber-Physical Systems

assign to: Software-basierte Systeme

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13490	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Secure Cyber-Physical Systems</b> Sichere Cyber-Physische Systeme
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Panchenko, Andriy
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every summer semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successfully completing the module, students can assess and master the challenges in securing cyber-physical systems and industrial control networks. They have deepened their knowledge of the module "Introduction to Cybersecurity". They understand the principles of system and network security with a special focus on cyber-physical systems. They know the security and privacy concepts as building blocks for the later specialization.
<b>Contents</b>	<p>Cyber-physical systems (CPS) are closely connected to their environment via sensors and actuators. It is "the fusion of reality with the network". They comprise of A/D and D/A converters to sense and interact, to influence the physical environment in a coordinated way. The spectrum of CPS ranges from medical devices (e.g., pacemakers), smart vehicles up to countrywide industrial control networks (e.g., energy networks, smart grids). Functioning of our society depends on the cyber-physical systems.</p> <p>This course is the continuation of the Introduction into Cyber Security and covers principles of system and network security with a special focus on cyber-physical systems. It introduces security and privacy concepts as building blocks for later specialization.</p> <p>In the scope of this module, we explore, among others, the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction and General Security Concepts</li> <li>• The World of Cyber-Physical Systems</li> <li>• Industrial Protocols</li> <li>• Definitions, Security Goals, Attacker Models</li> <li>• Physical Security</li> </ul>

- Access Control
- Isolation Mechanisms
- Firewalls
- Anomaly and Intrusion Detection
- Honeypots
- Fingerprinting Techniques
- Security Protocols
- Malware

**Recommended Prerequisites**

Knowledge of the material of the modules

- 11889 *Einführung in die IT-Sicherheit*
- 12973 *Netzwerk- und Systemsicherheit* (can be taken in parallel)

**Mandatory Prerequisites**

none

**Forms of Teaching and Proportion**

Lecture - 2 hours per week per semester

Exercise - 2 hours per week per semester

Self organised studies - 120 hours

**Teaching Materials and Literature**

Gollmann: Computer Security, Wiley & Sons

William Stallings, Lawrie Brown: Computer Security: Principles and Practice, Pearson

Du: Computer & Internet Security: A Hands-on Approach

Additional information will be provided at the begin of the module.

**Module Examination**

Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

**Assessment Mode for Module**

**Examination**

**Prerequisite:**

- Successful treatment of all assigned project tasks (usually about 3-5 tasks) including successful presentation of the results in the laboratory course (approx. 15 minutes per task)

**Final module examination:**

- Written examination, 90 min. **OR**
- Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)

In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Cyber Security Methods“
- Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und technische Informatik“ (level 400)
- Study programme eBusiness M. Sc.: Compulsory elective module in complex „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“
- Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Methods“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“

**Module Components**

- Lecture: Secure Cyber-Physical Systems
- Accompanying exercise
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

**120582** Examination  
Secure Cyber-Physical Systems (Wiederholung)

**Module 13839 Advanced Database Models**

assign to: Software-basierte Systeme

## Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13839	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Advanced Database Models</b>
	Erweiterte Datenbankmodelle
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Schmitt, Ingo
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	On special announcement
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Students understand <ul style="list-style-type: none"> <li>• SQL:2003,</li> <li>• object-relational and object-oriented database model,</li> <li>• XML-queries,</li> <li>• spatial data and queries.</li> </ul>
<b>Contents</b>	For special applications from the areas of manufacturing and science classical relational database modelling basing on table structures is not adequate. Alternatively, several new database models and technologies were developed. The course covers SQL:2003, ODMG and XML. Focus is on data modelling and query techniques as well as implementation of behaviour in form of methods. Further focus is on spatial data and queries for geographical information systems. Acquired knowledge will be applied within a project.
<b>Recommended Prerequisites</b>	The module cannot be successfully completed without knowledge of the content of <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12330: Datenbanken</li> </ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 1 hours per week per semester Laboratory training - 1 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "SQL:1999 &amp; SQL:2003" von Can Türker, dpunkt.verlag, 2003</li> </ul>

- "Objektrelationale Datenbanken: Ein Lehrbuch" von Can Türker und Gunter Saake, Punkt.verlag 2006

**Module Examination**

Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

**Assessment Mode for Module  
Examination****Prerequisite:**

- successful completion in practical training tasks and in exercises tasks

**Final module examination:**

- Written examination, 90 min. **OR**
- Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)

In the first lecture it will announced, whether the examination will organized in written or oral form.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

80

**Remarks**

- Study programme Informatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex "Praktische Informatik" (level 300).
- Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Knowledge Acquisition, Representation, and Processing“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex “Software-basierte Systeme“
- Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“

**Module Components**

- Lecture: Advanced Data Models
- Accompanying exercises (with integrated laboratory)
- Related examination

**Components to be offered in the  
Current Semester**

No assignment

## Module 13969 Introduction to Cyber Security

assign to: Software-basierte Systeme

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	13969	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Introduction to Cyber Security</b>
	Einführung in die IT-Sicherheit
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Panchenko, Andriy
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	<p>After successfully completing the module, students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have Basic knowledge of IT security,</li> <li>• know the technical terms to understand current publications and relevant system solutions,</li> <li>• be able to independently familiarise themselves with advanced IT security concepts and to acquire further skills.</li> </ul>
<b>Contents</b>	Introductory definition of technical terms; protection objectives; security risks and threats; Malware; Attack techniques; security functions and services; Access control; basic cryptographic functions: symmetric crypto systems (stream and block ciphers, DES, AES); public key cryptography (RSA, El-Gamal, ECC), Subject and object authentication (cryptographic hash values, message authentication codes), digital signatures, key management; cryptographic protocols (Diffie-Hellmann, Kerberos, Needham-Schröder, and others); protection of IT infrastructures, firewalls, intrusion detection; honeypots;
<b>Recommended Prerequisites</b>	none
<b>Mandatory Prerequisites</b>	No successful participation in module 11889 - <i>Introduction to Cyber Security</i> .
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 4 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 90 hours

<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stallings: Cryptography and Network Security: Principles and Practice, Pearson</li><li>• Paar, Pelzl: Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners, Springer</li></ul>
<b>Module Examination</b>	Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<b>Final module examination:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Written examination, 90 min. <b>OR</b></li><li>• Oral examination, 30-45 min. (with small number of participants)</li></ul> In the first lecture it will be announced, if the examination will be offered in written or oral form.
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Methods“</li><li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“</li><li>• Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Applications: Computer Science &amp; Artificial Intelligence“</li></ul> <p>The module is not approved for the study programmes Cyber Security M.Sc. and Computer Science M.Sc.</p>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture: Introduction into Cyber Security</li><li>• Accompanying exercise</li><li>• Related examination</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>120510</b> Lecture Introduction to Cyber Security - 4 Hours per Term <b>120511</b> Exercise Introduction to Cyber Security - 2 Hours per Term <b>120514</b> Examination Introduction to Cyber Security

**Module 14021 Explainable Machine Learning**

assign to: Software-basierte Systeme

## Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14021	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Explainable Machine Learning</b> Erklärbares Maschinelles Lernen
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. biol. hum. Schneider, Erich
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Students understand the interpretability and explainability of machine learning systems. They master methods of interpretability and can optimise systems for interpretability. They are able to implement interpretability and explainability mechanisms for machine learning systems.
<b>Contents</b>	The most significant disadvantage of machine learning and deep learning algorithms today: the interpretability of models. To trust predictions of real-life applications of AI it is important to understand how (Explainability) and why (Interpretability) a prediction is made. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Key Concepts of Interpretability and Explainability Challenges</li> <li>• Fundamentals of Feature Importance and Impact</li> <li>• Global and Local Model-Agnostic Explainability Methods</li> <li>• Anchor and Counterfactual Explanations</li> <li>• Visualizing Convolutional Neural Networks</li> <li>• Interpretation Methods for multivariate Forecasting and Sensitivity Analysis</li> <li>• Tuning for Explainability</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	Basic knowledge of programming and machine learning
<b>Mandatory Prerequisites</b>	Knowledge of the content of module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11881: Foundations of Data Mining</li> </ul> <p>or</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12351: Grundlagen des Data Mining</li> </ul>

<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Laboratory training - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Script and presentations are available for download in Moodle at the beginning of the semester and on an ongoing basis. Problems for exercises and instructions for lab experiments can be downloaded.</li> <li>• Serg Masis, Interpretable Machine Learning with Python: Learn to build interpretable high-performance models with hands-on real-world examples, Packt 2021</li> <li>• Ajay Thampi, Interpretable Ai: Building Explainable Machine Learning Systems, Manning 2022</li> <li>• Christoph Molnar, Interpretable Machine Learning: A Guide For Making Black Box Models Explainable, 2022</li> <li>• Uday Kamath; John Liu, Explainable Artificial Intelligence: An Introductionto Interpretable Machine Learning, Springer 2021</li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<p><b>Prerequisite:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful completion of exercises and presentation of results in course</li> </ul> <p><b>Final module examination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written examination, 120 min.</li> </ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Angewandte und Technische Informatik“ (level 400)</li> <li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Learning and Reasoning“</li> <li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“</li> <li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Computer Science“</li> <li>• Study programme Medizininformatik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Informatik“</li> </ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Explainable Machine Learning</li> <li>• Accompanying laboratory</li> <li>• Accompanying Examination</li> </ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<p><b>140220</b> Lecture Explainable Artificial Intelligence - 2 Hours per Term</p> <p><b>140221</b> Exercise Explainable Artificial Intelligence - 2 Hours per Term</p> <p><b>140224</b> Examination Explainable Artificial Intelligence</p>

**Module 14034 Languages of Artificial Intelligence**

assign to: Software-basierte Systeme

## Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14034	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Languages of Artificial Intelligence</b>
	Sprachen der Künstlichen Intelligenz
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Hofstede, Petra
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	On special announcement
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	After successful completion of the module, students have a theoretically sound overview of selected programming paradigms in the AI context. They know concrete languages of these paradigms, their procedures for evaluation and typical applications. They are familiar with practical and methodological aspects in the application of AI methods and algorithms using different programming languages.
<b>Contents</b>	The course includes as topics, among others, languages and concrete AI applications for a number of paradigms, respectively, e.g.: <ul style="list-style-type: none"><li>• logical programming</li><li>• functional programming</li><li>• object-oriented programming</li><li>• constraint-based programming</li><li>• extensions of the above paradigms, if applicable</li></ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solid programming knowledge in at least one common programming language (Java, C++, C#, Haskell, Python, etc.)</li></ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 2 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 120 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	• S. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence. A Modern Approach. Pearson. 2021.

- F. Rabhi, G. Lapalme: Algorithms. A Functional Programming Approach. Pearson. 2006.
- U. Nilsson, J. Maluszynski: Logic, Programming, and Prolog. Wiley & Sons. 1995.
- K. Apt: Principles of Constraint Programming. Cambridge University Press. 2010.
- F. Baader, T. Nipkow: Term Rewriting and All That. Cambridge University Press. 1999.
- E. Shalom: A Review of Programming Paradigms Throughout the History. 2015.

**Module Examination**

Prerequisite + Final Module Examination (MAP)

**Assessment Mode for Module Examination**

**Prerequisite:**

- Successful completion of one prerequisite test (90 min.) in the first week of the semester to ensure basic programming skills

**Final module examination:**

- Written examination, 90 min.

**Evaluation of Module Examination**

Performance Verification – graded

**Limited Number of Participants**

none

**Remarks**

- Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Praktische Informatik“ (level 400)
- Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Methods“
- Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“
- Study programme Angewandte Mathematik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Anwendungen“, field „Informatik“

**Module Components**

- Lecture Languages of Artificial Intelligence
- Accompanying exercises
- Related examination

**Components to be offered in the Current Semester**

**120740** Lecture

Languages of Artificial Intelligence - 2 Hours per Term

**120741** Exercise

Languages of Artificial Intelligence - 2 Hours per Term

**120742** Examination

Languages of Artificial Intelligence

## Module 14085 Graph Theory

assign to: Software-basierte Systeme

### Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14085	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Graph Theory</b>
	Graphentheorie
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Köhler, Ekkehard
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Each winter semester odd year
<b>Credits</b>	8
<b>Learning Outcome</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the most important terms and connections of graph theory</li> <li>• Are able to apply graph theoretical concepts to solve practical problems</li> <li>• Used the example of graph theoretic topics to attain experience in self-contained scientific working</li> </ul>
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts, graphs, connectivity, trees</li> <li>• Matchings, colorings, flows</li> <li>• Hall's theorem, König's theorem, chromatic number, Menger's theorem</li> <li>• Planar graphs, Euler characteristic, Kuratowski's theorem, duality, cycle bases</li> <li>• Ethical responsibility in the application of models, algorithms and results</li> </ul>
<b>Recommended Prerequisites</b>	<p>Knowledge of the content of the modules</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11101: Lineare Algebra und analytische Geometrie I</li> <li>• 11102: Lineare Algebra und analytische Geometrie II</li> </ul> <p>or</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11112: Mathematik IT-1 (Diskrete Mathematik)</li> <li>• 11113: Mathematik IT-2 (Lineare Algebra)</li> </ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	• No successful participation in module 11415 Graphtheorie
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 4 hours per week per semester

	<p>Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 150 hours</p>
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D.B. West: Introduction to Graph Theory. (Prentice Hall, 1996)</li> <li>• R. Diestel: Graphentheorie. (Springer, 1996)</li> </ul>
<b>Module Examination</b>	Prerequisite + Final Module Examination (MAP)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<p><b>Prerequisite:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful completion of homework</li> </ul> <p><b>Final module examination:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written examination, 90 min.</li> </ul>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study programme Angewandte Mathematik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Analysis / Algebra / Kombinatorik“</li> <li>• Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Analysis / Algebra / Combinatorics“</li> <li>• Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Mathematical Methods in Data Science“</li> <li>• Study programme Mathematik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Vertiefung“, in limited extend</li> <li>• Study programme Wirtschaftsmathematik B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Vertiefung“, in limited extend</li> <li>• Study programme Informatik B.Sc.: Compulsory elective module in „Praktische Mathematik“ or in field of application „Mathematik“</li> <li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in „Mathematik“ or in field of application „Mathematik“</li> <li>• Study programme Künstliche Intelligenz B.Sc.: Compulsory elective module in complex „Wissensakquise, -repräsentation und -verarbeitung“</li> <li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Software-basierte Systeme“</li> <li>• Study programme Artificial Intelligence M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Knowledge Acquisition, Representation, and Processing“</li> <li>• Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“</li> </ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Graph Theory</li> <li>• Accompanying exercises</li> <li>• Related examination</li> </ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<p><b>130410</b> Lecture Graph Theory - 4 Hours per Term</p> <p><b>130411</b> Exercise Graph Theory - 2 Hours per Term</p> <p><b>130413</b> Examination Graph Theory - 2 Hours per Term</p>

## Modul 14459 Data-Warehouse-Technologien

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

### Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	14459	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Data-Warehouse-Technologien</b>
	Data Warehouses
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Schmitt, Ingo
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden Kenntnisse und Fertigkeiten zur Konzeption, Modellierung und Optimierung eines Data-Warehouses.
<b>Inhalte</b>	Daten werden häufig redundant und unbeabsichtigt verteilt in einem Unternehmen vorgehalten, wobei die Datenqualität oft ungenügend ist. Eine Analyse dieser Daten soll möglich sein. In diesem Modul wird ein fundierter Einstieg sowohl in die Architektur und Entwicklung eines Data-Warehouse-Systems als auch in den gesamten Ablauf des Data-Warehouse-Prozesses gegeben. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Datenbanken und deren Konzeption, Modellierung, ETL-Prozesse, Anfragen und Optimierung. Das Wissen wird in einem Projekt vertieft.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes von Modul • 12330 <i>Datenbanken</i>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	• Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 13840 <i>Data Warehouses</i> .
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 1 SWS Laborausbildung - 1 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	• A. Bauer, H. Günzel: "Data Warehouse Systeme -- Architektur, Entwicklung, Anwendung": 3. Auflage, dpunkt.verlag, Heidelberg, 2009

- W. Lehner: "Datenbanktechnologie für Data-Warehouse-Systeme": dpunkt.verlag, Heidelberg, 2003
- W.H. Inmon: "Building the Data Warehouse": Wiley & Sons, New York, 1996
- G. Saake, A. Heuer, K. Sattler: "Datenbanken: Implementierungstechniken": 2. Auflage, mitp-Verlag, Bonn, 2005
- R. Kimball, L. Reeves, M. Ross, W. Thorntwaite: "The Data Warehouse Lifecycle Toolkit": Wiley & Sons, New York, 1998

**Modulprüfung**

Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)

**Prüfungsleistung/en für  
Modulprüfung**

**Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:**

- erfolgreiche Bearbeitung von Praktikums- und Übungsaufgaben

**Modulabschlussprüfung:**

- Klausur, 120 min. **ODER**
- mündliche Prüfung, 30-45 min. (bei geringer Teilnehmerzahl)

In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.

**Bewertung der Modulprüfung**

Prüfungsleistung - benotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Angewandte und Technische Informatik“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Kognitions- und Neurowissenschaft“
- Studiengang eBusiness B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Vertiefungen“

**Veranstaltungen zum Modul**

- Vorlesung: Data-Warehouse-Technologien
- Übung (mit integriertem Praktikum) zur Vorlesung
- Zugehörige Prüfung

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

**Modul 14460 Einführung Information Retrieval**

zugeordnet zu: Software-basierte Systeme

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	14460	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung Information Retrieval</b>
	Introduction to Information Retrieval
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Schmitt, Ingo
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierende Aufgabenstellung, Modelle und Methoden des Information Retrievals. Dabei haben die Studierenden die Fähigkeit zur Nutzung und zur Mitwirkung bei der Konzeption von Suchmaschinen für Internet- und Intranet-Applikationen. Ebenso verstehen sie die grundsätzlichen Implementierungstechniken mit ihren Vor- und Nachteilen.
<b>Inhalte</b>	Gegenstand des Information Retrievals (IR) ist die Suche nach Dokumenten. Traditionell handelt es sich dabei im Allgemeinen um Textdokumente. Das Gebiet des Information Retrievals hat insbesondere durch das Aufkommen des WWW an Bedeutung und Aktualität gewonnen. Die Veranstaltung betrachtet die wesentlichen Modelle des Information Retrievals und Algorithmen zu ihrer Umsetzung. Auch Fragen der Evaluierung von IR-Systemen werden betrachtet. Folgende Bereiche werden betrachtet: <ul style="list-style-type: none"><li>• Motivation und Einführung,</li><li>• Evaluierung von IR-Systemen,</li><li>• Berücksichtigung der Vagheit in Sprache,</li><li>• Einfache IR-Modelle und ihre Implementierung,</li><li>• Das Vektorraummodell,</li><li>• Formate zur Dokumenten- und Wissensverwaltung,</li><li>• Alternativen zur globalen Suche,</li><li>• Suchmaschinen im World Wide Web.</li></ul>
	Das Wissen wird in einem Projekt vertieft.

<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes von Modul • 12330: Datenbanken
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	• Keine erfolgreiche Teilnahme am Modul 13838 <i>Information Retrieval</i> .
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Vorlesung - 2 SWS Übung - 1 SWS Laborausbildung - 1 SWS Selbststudium - 120 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	• "Information Retrieval" von van Rijsbergen (als HTML im Web) • "Information Retrieval 1: Grundlagen, Modelle und Anwendungen" von Andreas Henrich (als PDF im Web)
<b>Modulprüfung</b>	Voraussetzung + Modulabschlussprüfung (MAP)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<b>Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung:</b> • erfolgreiche Bearbeitung von Praktikums- und Übungsaufgaben
	<b>Modulabschlussprüfung:</b> • Klausur, 90 min. <b>ODER</b> • mündliche Prüfung, 30-45 min. (bei geringer Teilnehmerzahl)
	In der ersten Lehrveranstaltung wird bekanntgegeben, ob die Prüfungsleistung in schriftlicher oder mündlicher Form zu erbringen ist.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Prüfungsleistung - benotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik B.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Praktische Informatik“ (Niveaustufe 300)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Software-basierte Systeme“</li><li>• Studiengang Informations- und Medientechnik B.Sc.: Komplex „Informatik“, Pflichtmodul in der Studienrichtung „Multimedia-Systeme“, Wahlpflichtmodul in den anderen Studienrichtungen</li><li>• Studiengang eBusiness M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Schwerpunkt: „Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Information Retrieval</li><li>• Übung (mit integrierter Laborausbildung) zur Vorlesung</li><li>• Zugehörige Prüfung</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

## Module 14726 Mathematical Optimization Techniques and Applications

assign to: Software-basierte Systeme

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	14726	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Mathematical Optimization Techniques and Applications</b>
	Mathematische Optimierungstechniken und Anwendungen
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Fügenschuh, Armin
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	Every winter semester
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	Upon successful completion of the module, students will have acquired an understanding of core mathematical tools used in modern optimization. They will be able to identify optimization structures in real-world problems, formalize these problems in mathematical terms, and apply suitable algorithms to obtain and interpret solutions.
<b>Contents</b>	Foundations of optimization theory, global vs. local optimality, geometry of optimization, optimization for graph problems, fundamentals of linear programming, duality principles, advanced simplex methods, discrete optimization, interior point and ellipsoid methods, nonlinear optimization, applied modeling. Emphasis is placed both on theoretical insights and algorithmic implementation.
<b>Recommended Prerequisites</b>	Knowledge of subject matters of the modules <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11103: Analysis I</li> <li>• 11104: Analysis II</li> <li>• 11101: Lineare Algebra und analytische Geometrie I</li> </ul> or of the modules <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11112: Mathematik IT-1 (Diskrete Mathematik)</li> <li>• 11113: Mathematik IT-2 (Lineare Algebra)</li> <li>• 11213: Mathematik IT-3 (Analysis)</li> </ul>
<b>Mandatory Prerequisites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No successful participation in module 13862 Optimierung und Operations Research.</li> </ul>

<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Lecture - 4 hours per week per semester Exercise - 2 hours per week per semester Self organised studies - 90 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>V. Chvatal, Linear Programming, Bedford St Martins Pr 3PL, 2016</li><li>R.J. Vanderbei: Linear Programming - Foundations and Extensions, 5th Edition, Springer, 2020</li></ul>
<b>Module Examination</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>4 intermediate tests of 30 minutes each, written during the lecture period.</li></ul> <p>The best 3 count 1/3 each for the final grade.</p>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Performance Verification – graded
<b>Limited Number of Participants</b>	none
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Study programme Angewandte Mathematik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Optimierung“</li><li>Study programme Mathematics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Optimization“</li><li>Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Mathematical Methods in Data Science“</li><li>Study programme Artificial Intelligence Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Advanced Methods“</li><li>Study programme Physics M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Minor Subject“</li></ul>
<b>Module Components</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Lecture: Optimization and Operations Research</li><li>Accompanying exercise</li></ul>
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>130710</b> Lecture Mathematical Optimization Techniques and Applications - 4 Hours per Term <b>130711</b> Exercise Mathematical Optimization Techniques and Applications - 2 Hours per Term

**Modul 11290 Praktikum Softwaretechnik**

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	11290	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Softwaretechnik</b>
	Software Engineering Lab Project
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. Lambers, Leen
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Lernziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden praktische Fertigkeiten zu fortgeschrittenen Methoden der Softwaretechnik. Sie sind fähig, Kernaufgaben der Softwarearchitekturarbeit bzw. der Qualitätssicherung in einem Softwareprojekt anzuwenden, geeignete Werkzeugunterstützung auszuwählen und zu evaluieren. Sie haben Ihre Teamfähigkeit nachgewiesen und weiterentwickelt.
<b>Inhalte</b>	Systematische Anwendung von Analyse- und Entwurfstechniken bei der Implementierung und Wartung eines Softwareprojekts. Planung und Einsatz von Qualitätssicherungstechniken (Test-, Analyse-, und Verifikationstechniken). Auswahl, Einsatz und Evaluierung von dedizierten Werkzeugen zur (Teil-)Automatisierung von Analyse- und Entwurfs-, Implementierungs- und Wartungs-, bzw. Qualitätssicherungsaufgaben.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Gute Kenntnis des Stoffes von Modul • 11289: Softwaretechnik
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Konsultation - 2 SWS Projekt - 90 Stunden Selbststudium - 30 Stunden Praktikum - 2 SWS

<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Zu Beginn des Praktikums werden in Abhängigkeit von der Projektaufgabe die relevanten Literaturhinweise gegeben.
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dokumentation der Projektergebnisse (70%)</li><li>• Präsentation der Projektergebnisse (30%)</li></ul>
	Der Umfang der Teilleistungen ist aufgabenabhängig und wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben. Das Modul ist bestanden, wenn 75% der Punkte erreicht sind.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Studienleistung - unbenotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“</li><li>• Studiengang E-Business M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex "Entwicklung und Aufbau von eBusiness-Systemen"</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Praktikum Praktikum Softwaretechnik</li><li>• Prüfung Praktikum Softwaretechnik</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

**Modul 12416 Praktikum Betriebssysteme**

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12416	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Betriebssysteme</b>
	Operating Systems Project
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Nolte, Jörg
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	Die Studenten erwerben ein tiefgehendes Verständnis von komplexen Betriebssystemkomponenten. Sie sind in der Lage, diese in der Praxis einzusetzen und weiterzuentwickeln. Sie erkennen die praktische Relevanz der vermittelten Kenntnisse. Dabei vertiefen sie ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern.
<b>Inhalte</b>	Im Rahmen des Praktikums werden komplexe Betriebssystemkomponenten entwickelt, implementiert und evaluiert.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12204: Betriebssysteme I</li> <li>• 12339: Betriebssysteme II (Speicherverwaltung: Mechanismen und Strategien)</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Konsultation - 2 SWS Projekt - 60 Stunden Selbststudium - 30 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	werden zu Beginn der Veranstaltung ausgegeben
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lauffähiger und getester Prototyp (50% Punkteanteil)</li> <li>• vollständige Dokumentation (20% Punkteanteil)</li> </ul>

- erfolgreiche Zwischenpräsentation der Ergebnisse (10% Punkteanteil)
- erfolgreiche Endpräsentation der Ergebnisse (20% Punkteanteil)

Der Umfang der Teilleistungen ist aufgabenabhängig und wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben. Das Modul ist bestanden, wenn 75% der Punkte erreicht sind.

<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Studienleistung - unbenotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M. Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 121041 Praktikum Betriebssysteme (Master)</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>121051</b> Praktikum Praktikum Betriebssysteme (Master) - 4 SWS

**Modul 12418 Praktikum Verteilte und Parallele Systeme**

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12418	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Verteilte und Parallele Systeme</b>
	Distributed and Parallel Systems Project
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Nolte, Jörg
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefgehendes Verständnis der Funktionsweise von Middleware-Schichten.</li> <li>• Tiefgehendes Verständnis von Konsistenzmodellen und Replikationsmechanismen.</li> <li>• Die Studierenden werden in die Lage versetzt, diese Modelle anzuwenden und die Mechanismen zu implementieren.</li> <li>• Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern.</li> </ul>
<b>Inhalte</b>	Im Rahmen des Praktikums werden komplexe Komponenten von verteilten Systemen entwickelt, auf dem Rechner-Cluster des Lehrstuhls implementiert und evaluiert.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes der Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12204: Betriebssysteme I</li> <li>• 12341: Verteilte und Parallele Systeme I</li> </ul>
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Konsultation - 2 SWS Projekt - 60 Stunden Selbststudium - 30 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	werden zu Beginn der Veranstaltung ausgegeben
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)

**Prüfungsleistung/en für  
Modulprüfung**

- lauffähiger und getester Prototyp (50% Punkteanteil)
- vollständige Dokumentation (20% Punkteanteil)
- erfolgreiche Zwischenpräsentation der Ergebnisse (10% Punkteanteil)
- erfolgreiche Endpräsentation der Ergebnisse (20% Punkteanteil)

Der Umfang der Teilleistungen ist aufgabenabhängig und wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben. Das Modul ist bestanden, wenn 75% der Punkte erreicht sind.

**Bewertung der Modulprüfung**

Studienleistung - unbenotet

**Teilnehmerbeschränkung**

keine

**Bemerkungen**

- Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)
- Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“

**Veranstaltungen zum Modul**

- 121061 Praktikum Verteilte und Parallele Systeme (Master)

**Veranstaltungen im aktuellen Semester** keine Zuordnung vorhanden

## Modul 12427 Fortgeschrittenenpraktikum Rechnernetze und Kommunikationssysteme

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12427	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Fortgeschrittenenpraktikum Rechnernetze und Kommunikationssysteme</b> Advanced Practical Work in Computer Networks and Communication Systems
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. Hohlfeld, Oliver
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	Umsetzung des in den RNKS-Vorlesungen vermittelten Wissens in Praktikumsversuchen. Vertiefung der Kenntnisse zu ausgewählten Bereichen der Rechnernetztechnologie. Erwerb von praktischen Fertigkeiten bei der Installation und Konfiguration von Netzkomponenten. Festigung der Fachtermini und des Wissens über technologische Zusammenhänge.
<b>Inhalte</b>	Ausgewählte Versuche zu fortgeschrittenen Konzepten der Rechnernetztechnologie. Geplante Versuche: Traffic Shaping, Lastverteilung in Web-Servern, Internet-Telefonie, Grid Computing, Web Services, Nutzung von Netzwerksimulatoren, Netzmanagement, Peer-to-Peer-Overlays.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnis des Stoffes des Moduls • 11454: Grundlagen der Rechnernetze
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Konsultation - 1 SWS Projekt - 60 Stunden Selbststudium - 45 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	siehe unter [Lehre] auf der Homepage des Lehrstuhls.

<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• erfolgreiche Bearbeitung aller Projektaufgaben (50%)</li><li>• erfolgreiche Absolvierung der Kolloquiumsgespräche (50%)</li></ul>
	Der Umfang der Teilleistungen ist aufgabenabhängig und wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Studienleistung - unbenotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	Fortgeschrittenenpraktikum Rechnernetze und Kommunikationssysteme
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	keine Zuordnung vorhanden

**Modul 12462 Seminar**

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12462	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Seminar</b>
	Seminar
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil Meer, Klaus
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	Studierende beherrschen die Einarbeitung in ein neues komplexes Themengebiet anhand von Fachliteratur im Bereich der Informatik. Sie können über die Ergebnisse eine Präsentation erstellen, diese mündlich präsentieren und schriftlich darstellen.
<b>Inhalte</b>	Stand der Forschung auf einem komplexen Teilgebiet der Informatik entsprechend dem vergebenen Seminarthema.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Solide Kenntnisse auf dem Themengebiet des Seminars.
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Seminar - 2 SWS Hausarbeit - 30 Stunden Selbststudium - 60 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Literaturliste für eigene Einarbeitung
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarvortrag, 30-45 min. abhängig vom Thema (40%)</li> <li>• Ausarbeitung des Seminarvortrages, 10-15 Seiten (40%)</li> <li>• aktive Mitarbeit in den Veranstaltungen (20% der Gesamtpunkte)</li> </ul>
	Das Modul ist bestanden, wenn 75% der Gesamtpunkte erreicht sind.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Studienleistung - unbenotet

<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seminar in Informatik, Studierende können aus dem aktuellen Angebot wählen.</li></ul>
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>120460</b> Seminar Technische Informatik (Seminar Computer Engineering) - 2 SWS <b>120782</b> Seminar Spezielle Modelle und Verfahren für das Tourenplanungsproblem (VRP) - 2 SWS

**Modul 12463 Seminar**

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12463	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Seminar</b>
	Seminar
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil Meer, Klaus
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	jedes Semester
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	Studierende beherrschen die Einarbeitung in ein neues komplexes Themengebiet anhand von Fachliteratur im Bereich der Informatik. Sie können über die Ergebnisse eine Präsentation erstellen, diese mündlich präsentieren und schriftlich darstellen.
<b>Inhalte</b>	Stand der Forschung auf einem komplexen Teilgebiet der Informatik entsprechend dem vergebenen Seminarthema.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Solide Kenntnisse auf dem Themengebiet des Seminars.
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Seminar - 2 SWS Hausarbeit - 30 Stunden Selbststudium - 60 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Literaturliste für eigene Einarbeitung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarvortrag, 30-45 min. abhängig vom Thema (40%)</li> <li>• Ausarbeitung des Seminarvortrages, 10-15 Seiten (40%)</li> <li>• aktive Mitarbeit in den Veranstaltungen (20% der Gesamtpunkte)</li> </ul>
	Das Modul ist bestanden, wenn 75% der Gesamtpunkte erreicht sind.
<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Studienleistung - unbenotet

<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“</li></ul> <p>Bei Bedarf stehen englisch-sprachige Dozenten zur Verfügung.</p>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	Seminar in Informatik, Studiernende können aus dem aktuellen Angebot wählen.
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>120460 Seminar</b> Technische Informatik (Seminar Computer Engineering) - 2 SWS <b>142130 Seminar</b> Neuroadaptive Technology - 2 SWS

**Modul 12474 Praktikum Programmiersprachen und Compilerbau**

zugeordnet zu: Seminare oder Praktika

## Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12474	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Praktikum Programmiersprachen und Compilerbau</b>
	Programming Languages and Compiler Construction Laboratory
<b>Einrichtung</b>	Fakultät 1 - MINT - Mathematik, Informatik, Physik, Elektro- und Informationstechnik
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Hofstedt, Petra
<b>Lehr- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Angebotsturnus</b>	sporadisch nach Ankündigung
<b>Leistungspunkte</b>	4
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden erwerben Methodenkenntnisse sowie Fertigkeiten und Erfahrungen in der programmtechnischen Umsetzung eines begrenzten Stoffgebiets aus dem Bereich Programmiersprachen und Compilerbau. Sie erlernen den Umgang mit technischen Dokumentationen und erweitern ihre Erfahrungen in Gruppenarbeit und Präsentation von Arbeitsergebnissen.
<b>Inhalte</b>	Durchführung von Entwicklungsprojekten in kleinen Projektteams. Die konkreten Inhalte werden zu Semesterbeginn jeweils festgelegt.
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	solide Kenntnisse in der Programmierung
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine
<b>Lehrformen und Arbeitsumfang</b>	Konsultation - 1 SWS Laborausbildung - 2 SWS Projekt - 60 Stunden Selbststudium - 15 Stunden
<b>Unterrichtsmaterialien und Literaturhinweise</b>	Aktuelle Literaturhinweise sind auf der Web-Seite zur Veranstaltung zu finden.
<b>Modulprüfung</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Prüfungsleistung/en für Modulprüfung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung der Programmkomponenten (50% der Gesamtpunkte)</li> <li>• Erstellung der Dokumentation, 3-5 Seiten (20% der Gesamtpunkte)</li> <li>• Endpräsentation der Ergebnisse, 10-20 min (30% der Gesamtpunkte)</li> </ul>

Der Umfang der Teilleistungen ist aufgabenabhängig und wird in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben. Zum Bestehen müssen 75% der Gesamtpunkte erreicht werden.

<b>Bewertung der Modulprüfung</b>	Studienleistung - unbenotet
<b>Teilnehmerbeschränkung</b>	keine
<b>Bemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studiengang Informatik M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“ (Niveaustufe 400)</li><li>• Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Wahlpflichtmodul im Komplex „Seminare oder Praktika“</li></ul>
<b>Veranstaltungen zum Modul</b>	Praktikum im Bereich Programmiersprachen und Compilerbau
<b>Veranstaltungen im aktuellen Semester</b>	<b>120780</b> Praktikum Programmiersprachen und Compilerbau - 2 SWS

## Module 12790 Seminar Advanced Topics in Network and System Security

assign to: Seminare oder Praktika

Study programme Künstliche Intelligenz Technologie

Degree	Module Number	Module Form
Master of Science	12790	Compulsory elective

<b>Modul Title</b>	<b>Seminar Advanced Topics in Network and System Security</b>
	Seminar Fortgeschrittene Themen in Netzwerk- und Systemsicherheit
<b>Department</b>	Faculty 1 - Mathematics, Computer Science, Physics, Electrical Engineering and Information Technology
<b>Responsible Staff Member</b>	Prof. Dr.-Ing. Panchenko, Andriy
<b>Language of Teaching / Examination</b>	English
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Frequency of Offer</b>	On special announcement
<b>Credits</b>	6
<b>Learning Outcome</b>	<p>Students have a deeper understanding of distributed vs. centralized communication, security and privacy paradigms and their application in collaborative environments. They are capable to establish links between the basic concepts and applied scenarios, with reference to ongoing research activities within the research group IT Security.</p> <p>Students are prepared for the Master's thesis.</p>
<b>Contents</b>	<p>Concrete topics and application scenarios are adapted to the focus of the discussed methods. Typical topics are network and system security, anonymity, privacy enhancing technologies, digital forensics, computer networks, distributed systems, mobile security, web security, applied cryptography, etc.</p> <p>Master students will get assigned a topic that is based on recent publications in one of the top conferences in the field (e.g., IEEE S&amp;P, ACM CCS, NDSS, USENIX Security, PETS) and have to prepare a paper on the state of the art on their topic. In this time, we will have presentations on ongoing research of our group members as well as streaming of presentations from top conferences in the field with the follow-up internal discussion. Depending on the format, it is also possible that in the second phase, students will be asked to write a conference-style review for a few papers of the others. These reviews will be presented and publicly discussed. Next, based on the reviews, students will have the possibility to improve their paper and have to prepare a presentation on their topic. Before publicly presenting it to the class, they have to make a test presentation by their supervisor. Finally, there will be a presentation and discussion within the class.</p>

<b>Recommended Prerequisites</b>	Solid knowledge in the field of the seminar
<b>Mandatory Prerequisites</b>	none
<b>Forms of Teaching and Proportion</b>	Seminar - 2 hours per week per semester Research paper/essay - 60 hours Self organised studies - 60 hours
<b>Teaching Materials and Literature</b>	Literature references for individual retrieval will be provided at the beginning of the seminar.
<b>Module Examination</b>	Continuous Assessment (MCA)
<b>Assessment Mode for Module Examination</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Successful oral presentation, 30-45 minutes depending on topic (50% of total marks)</li> <li>• Written report, 10-15 pages depending on topic (30% of total marks)</li> <li>• Active participation in courses (20% of total marks)</li> </ul> <p>75% of the total marks are needed to pass the module.</p>
<b>Evaluation of Module Examination</b>	Study Performance – ungraded
<b>Limited Number of Participants</b>	15
<b>Remarks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study programme Cyber Security M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Cyber Security Methods“</li> <li>• Study programme Informatik M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Seminare oder Praktika“ (level 400)</li> <li>• Study programme eBusiness M.Sc.: Compulsory elective module in main focus: „Development and Deployment of eBusiness Systems“</li> <li>• Study programme Künstliche Intelligenz Technologie M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Seminare oder Praktika“</li> <li>• Study programme Mathematical Data Science M.Sc.: Compulsory elective module in complex „Data Science Applications“</li> </ul>
<b>Module Components</b>	Seminar Advanced Topics in Network and System Security
<b>Components to be offered in the Current Semester</b>	<b>120530 Seminar</b> Research Seminar "Advanced Topics in Network and System Security" - 2 Hours per Term

## Erläuterungen

Das Modulhandbuch bildet als Teil der Prüfungsordnung die Rechtsgrundlage für ein ordnungsgemäßes Studium. Darüber hinaus soll es jedoch auch Orientierung bei der Gestaltung des Studiums geben.

Dieses Modulhandbuch wurde am 06. November 2025 automatisch für den Master (universitär)-Studiengang Künstliche Intelligenz Technologie (universitäres Profil), PO-Version 2022, aus dem Prüfungsverwaltungssystem auf Basis der Prüfungsordnung generiert. Es enthält alle zugeordneten Module einschließlich der ausführlichen Modulbeschreibungen mit Stand vom 06. November 2025. Neben der Zusammensetzung aller Veranstaltungen zu einem Modul wird zusätzlich das Veranstaltungsangebot für das jeweils aktuelle Semester gemäß dem Veranstaltungsverzeichnis der BTU ausgegeben.

The module catalogue is part of the examination regulation and as such establishes the legal basis for studies according to the rules. Furthermore, it should also give orientation for the organisation of the studies.

This module catalogue was generated automatically by the examination administration system on the base of the examination regulation on the 6 November 2025, for the Master (universitär) of Artificial Intelligence Engineering (research-oriented profile). The examination version is the 2022, Catalogue contains all allocated modules including the detailed module descriptions from 6 November 2025. Apart from the composition of all components of a module, the list of lectures, seminars and events for the current semester according to the catalogue of lectures of the BTU is displayed.