

# UNIVERSITÄT PADERBORN

---

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK  
INSTITUT FÜR INFORMATIK

MODULHANDBUCH FÜR DEN  
MASTERSTUDIENGANG INFORMATIK v3 (IMA v3)

STAND: 26. SEPTEMBER 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Präambel und Hinweise</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Pflichtmodule</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Wahlpflichtmodule</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Focus Areas</b>	<b>135</b>
4.1	Algorithm Design . . . . .	135
4.2	Computer Systems . . . . .	136
4.3	Data Science . . . . .	136
4.4	Intelligence and Data . . . . .	137
4.5	Networks and Communication . . . . .	138
4.6	Security . . . . .	139
4.7	Software Engineering . . . . .	140
<b>5</b>	<b>Module im Wintersemester</b>	<b>141</b>
<b>6</b>	<b>Module im Sommersemester</b>	<b>142</b>
<b>7</b>	<b>Modules in English</b>	<b>143</b>

# 1 Präambel und Hinweise

Aus technischen Gründen wurde die Präambel des Modulhandbuches ausgelagert. Sie ist unter Modulhandbuch Informatik auf den Seiten zum Studium des Instituts für Informatik zu finden. Wir bitten um Beachtung dieser Präambel. Bei Fragen zu dieser Präambel wenden Sie sich bitte an die Fachberatung Informatik.

Bitte beachten Sie auch, dass

1. in diesem Modulhandbuch alle laut Prüfungsordnung vorgesehenen Module aufgelistet werden, auch wenn sie in dem entsprechenden Semester nicht angeboten werden.
2. dieses Modulhandbuch den Datenbestand zum Zeitpunkt der Erstellung beinhaltet. Alle Angaben sind ohne Gewähr.

## 2 Pflichtmodule

Master-Abschlussarbeit						
Master Thesis						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
	900	30	Sommer- / Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
	4. Semester	1	de / en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	Master-Abschlussarbeit – Arbeitsplan		30	120	P	1
b)	Master-Abschlussarbeit		30	720	P	1
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	Modulprüfungen im Hauptfach im Umfang von 48 LP müssen erfolgreich abgelegt worden sein. Es müssen mindestens drei Module in der Spezialisierung erfolgreich abgeschlossen sein.					
4	<b>Inhalte:</b>					
	<p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Master-Abschlussarbeit – Arbeitsplan:</i>            Nach Themenabsprache mit dem Betreuer erfolgt eine erste grobe Einarbeitung. Auf dieser Grundlage und einer ersten Literaturrecherche ist durch den Studierenden ein Arbeitsplan vorzulegen, der die zu erzielenden Ergebnisse samt Meilensteine für die Arbeit dokumentiert.</p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Master-Abschlussarbeit:</i>            In der Masterarbeit zeigt der/die Kandidat/in seine/ihre Fähigkeit zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten an einem angemessen anspruchsvollen Thema, das auch Gelegenheit zur Entfaltung eigener Ideen gibt. Auf der Grundlage des "State-of-the-art" sollen die Methoden der Informatik systematisch angewendet werden. Die Ergebnisse der Arbeit werden in einem fakultätsöffentlichen Vortrag vorgestellt.            Konkrete Aufgabenstellungen für Masterarbeiten werden laufend auf den Webseiten der Fachgebiete des Instituts für Informatik veröffentlicht.</p>					

## 2 Pflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Mit Abschluss der Masterarbeit haben die Studierenden gezeigt, dass sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Problem innerhalb einer bestimmten Frist ein Problem nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten können,</li> <li>• die im Zuge des Studiums erworbenen fachlich-methodischen fachübergreifenden Kompetenzen zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen anwenden können. Die Schwerpunkte variieren ja nach Aufgabenstellung.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>										
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) - b)</td> <td>Abschlussarbeit</td> <td>30-120 Seiten</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>			zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a) - b)	Abschlussarbeit	30-120 Seiten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote								
a) - b)	Abschlussarbeit	30-120 Seiten	100%								
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine</p>										
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine</p>										
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>										
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit 50 Credits gewichtet.</p>										
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>										
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Studiengangsbeauftragter Informatik</p>										

## 2 Pflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p>Die Masterarbeit ist eine Prüfungsarbeit, die die wissenschaftliche Ausbildung abschließt und zeigen soll, dass die Kandidatin oder der Kandidat die Fähigkeit besitzt, innerhalb einer bestimmten Frist ein Problem der Informatik nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung soll so gestaltet werden, dass sie einem Arbeitsaufwand von fünf Monaten Vollzeitarbeit entspricht. Die Arbeit muss fünf Monate nach der Ausgabe abgegeben werden. Die Arbeit soll einen Umfang von in der Regel nicht mehr als 120 DIN A4-Seiten haben.</p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Master-Abschlussarbeit – Arbeitsplan:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Direkte Absprache mit Betreuer.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Je nach gewähltem Thema.</p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Master-Abschlussarbeit:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Selbständiges Arbeiten unterstützt durch individuelle Betreuung</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Je nach gewähltem Thema.</p>
----	---

Projektgruppe						
Project Group						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4041	600	20	Sommer- / Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
	2	2	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) Projektgruppe	PG	240	360	P	15
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Projektgruppe:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Abhängig vom Thema.					

## 2 Pflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Projektgruppe:</i></p> <p>In einer Projektgruppe bearbeitet eine Gruppe von in der Regel 8-16 Studierenden über den Zeitraum eines Jahres (zwei Semester) ein vom Veranstalter vorgegebenes Thema. Inhaltlich sollen Projektgruppen die Studierenden an aktuelle Forschungsthemen heranzuführen und durch die Teamarbeit auf die Arbeitsweise der industriellen Praxis vorbereiten.</p> <p>Themen von Projektgruppen decken das gesamte Spektrum der Forschungsgebiete der Fachgebiete des Instituts für Informatik ab.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>In der Projektgruppe wird Teamarbeit und Organisation eines Projekts praktisch erprobt und erlernt; hierdurch werden die Teilnehmer auf die spätere industrielle Berufspraxis vorbereitet. Die Studierenden lernen umfangreiche Entwicklungsprozesse im Team aus eigener Anschauung kennen. Durch die ausdrückliche Arbeitsteilung entsteht der Zwang, über eigene Arbeiten innerhalb der Gruppe zu berichten und die Ergebnisse zu vertreten.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Phasenbezogene Prüfung</td> <td></td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Im Modul Projektgruppe ist die erfolgreiche Bearbeitung von Projekten durch die Abgabe von Software und Dokumentation als phasenbezogene Prüfung nachzuweisen. Es wird eine Note für die Gesamtheit der bearbeiteten Projekte vergeben.</p> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Phasenbezogene Prüfung		100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Phasenbezogene Prüfung		100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Praktikumsarbeit</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Praktikumsarbeit		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Praktikumsarbeit		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								

## 2 Pflichtmodule

9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit 8 Credits gewichtet.
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Studiengangsbeauftragter Informatik
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Projektgruppe:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zahl der Projektgruppenteilnehmer ist auf 16 Personen begrenzt.</li> <li>• Es finden Plenumstreffen (alle Teilnehmer und der Veranstalter) statt, insbesondere zur Vermittlung gemeinsam erforderlichen Wissens (Seminarphasen zu Beginn der beiden Semester) und zur Planung der weiteren Arbeit.</li> <li>• Es werden feste Verantwortlichkeiten zwischen den Teilnehmern aufgeteilt, die über die gesamte Projektlaufzeit oder auch nur kurzfristig (ad-hoc-Aufgaben) Bestand haben können.</li> <li>• Es werden Untergruppen zu einzelnen Themen gebildet, die selbständig und termingebunden Aufgaben vorantreiben und dem Plenum Rechenschaft ablegen müssen.</li> <li>• Typischerweise erarbeitet jede Projektgruppe auch eine Repräsentation ihrer Arbeit in einer Webseite.</li> <li>• Am Ende jedes der beiden Semester ist ein Bericht zu erstellen, der in jedem Aspekt von den Teilnehmern gestaltet und mit Inhalt gefüllt wird.</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Abhängig vom Thema.

Seminar I						
Seminar I						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4045	150	5	Sommer- / Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
	2	1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) Seminar	S2	30	120	P	15



## 2 Pflichtmodule

2	<p><b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b></p> <p>Seminare aus dem Masterstudiengang Informatik.</p>								
3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Seminar:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Abhängig vom Seminarthema.</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Seminar:</i></p> <p>In Seminaren erarbeiten sich die Teilnehmer ein Thema, welches in einem Vortrag mit anschließender Diskussion und einer schriftlichen Ausarbeitung präsentiert wird. Vortragsmaterial und Ausarbeitung dienen dabei unterschiedlichen Zielen: Während das Vortragsmaterial zur Unterstützung des Vortrags dient (der in engen zeitlichen Grenzen abläuft), dient die Ausarbeitung dazu, sich zu einem späteren Zeitpunkt detailliert über das Thema informieren zu können. Ein Seminar beschäftigt sich in der Regel mit 8 bis 15 zusammenhängenden Teilthemen, die von je einem Teilnehmer bearbeitet werden. Die Seminarthemen decken das gesamte Spektrum der Forschungsgebiete der Fachgebiete des Instituts für Informatik ab.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Im Seminar sollen die Studierenden Techniken zur selbständigen Erarbeitung von nichttrivialem Stoff erlernen, indem sie sich in ein forschungsnahes Teilgebiet der Informatik einarbeiten. Sie sollen lernen, einen Vortrag zu planen, der sich an zeitliche Vorgaben (üblicherweise 45 bis 60 Minuten) hält, und dabei inhaltliche Prioritäten zu setzen. Die Teilnehmer sollen praktisch erfahren, wie man als Zuschauer aus einem Vortrag Kenntnisse aufnimmt, und in Diskussionen Meinungen und Information austauschen. Seminare dienen auch der Vermittlung rhetorischer Fähigkeiten bei Vortrag und Diskussion. Die Teilnehmer sollen lernen, den Vortrag entlang einer inhaltlichen Linie zu strukturieren und verschiedene Mittel zur Illustration komplexer Sachverhalte zu nutzen. Ebenso soll der angemessene Umgang mit Literatur gelernt werden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung</td> <td style="text-align: center;">45-60 Minuten, 15-30 Seiten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung	45-60 Minuten, 15-30 Seiten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung	45-60 Minuten, 15-30 Seiten	100%						

## 2 Pflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> keine
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> keine
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Studiengangsbeauftragter Informatik
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Seminar:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Referate mit schriftlicher Ausarbeitung und Vortrag. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Abhängig vom Seminarthema.

Seminar II			
Seminar II			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4046	150	5	Sommer- / Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
	3	1	en
1	<b>Modulstruktur</b>		
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>
	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	Seminar	S2	30
	120	P	15
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> Seminare aus dem Masterstudiengang Informatik.		
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Seminar:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Abhängig vom Seminarthema.		

## 2 Pflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Seminar:</i></p> <p>In Seminaren erarbeiten sich die Teilnehmer ein Thema, welches in einem Vortrag mit anschließender Diskussion und einer schriftlichen Ausarbeitung präsentiert wird. Vortragmaterial und Ausarbeitung dienen dabei unterschiedlichen Zielen: Während das Vortragmaterial zur Unterstützung des Vortrags dient (der in engen zeitlichen Grenzen abläuft), dient die Ausarbeitung dazu, sich zu einem späteren Zeitpunkt detailliert über das Thema informieren zu können. Ein Seminar beschäftigt sich in der Regel mit 8 bis 15 zusammenhängenden Teilthemen, die von je einem Teilnehmer bearbeitet werden. Die Seminarthemen decken das gesamte Spektrum der Forschungsgebiete der Fachgebiete des Instituts für Informatik ab.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Im Seminar sollen die Studierenden Techniken zur selbständigen Erarbeitung von nichttrivialem Stoff erlernen, indem sie sich in ein forschungsnahes Teilgebiet der Informatik einarbeiten. Sie sollen lernen, einen Vortrag zu planen, der sich an zeitliche Vorgaben (üblicherweise 45 bis 60 Minuten) hält, und dabei inhaltliche Prioritäten zu setzen. Die Teilnehmer sollen praktisch erfahren, wie man als Zuschauer aus einem Vortrag Kenntnisse aufnimmt, und in Diskussionen Meinungen und Information austauschen. Seminare dienen auch der Vermittlung rhetorischer Fähigkeiten bei Vortrag und Diskussion. Die Teilnehmer sollen lernen, den Vortrag entlang einer inhaltlichen Linie zu strukturieren und verschiedene Mittel zur Illustration komplexer Sachverhalte zu nutzen. Ebenso soll der angemessene Umgang mit Literatur gelernt werden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung</td> <td>45-60 Minuten, 15-30 Seiten</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung	45-60 Minuten, 15-30 Seiten	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung	45-60 Minuten, 15-30 Seiten	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine</p>								
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine</p>								

## 2 Pflichtmodule

9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Studiengangsbeauftragter Informatik
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Seminar:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Referate mit schriftlicher Ausarbeitung und Vortrag. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Abhängig vom Seminarthema.

Studium Generale – Master						
General Studies – Master						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 360	<b>Leistungspunkte:</b> 12	<b>Turnus:</b> Sommer- / Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 4	<b>Sprache:</b> de / en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) Studium Generale – Master	V6 Ü3	135	225	P	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> Beliebige Veranstaltungen außerhalb der Informatik können gewählt werden.					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Studium Generale – Master:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Abhängig von den gewählten Veranstaltungen.					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Studium Generale – Master:</i> Abhängig von den gewählten Veranstaltungen.					

## 2 Pflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erweitern ihren wissenschaftlichen Horizont über die Grenzen der Informatik und des gewählten Nebenfaches hinaus. Je nach gewählter Veranstaltung haben sie Kompetenzen im Bereich Kommunikationsfähigkeit, Teamarbeit und Präsentationstechniken erworben.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Prüfung im Studium Generale</td> <td></td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Prüfung im Studium Generale		100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Prüfung im Studium Generale		100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Qualifizierte Teilnahme im Studium Generale</td> <td></td> <td style="text-align: center;">QT</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Qualifizierte Teilnahme im Studium Generale		QT
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Qualifizierte Teilnahme im Studium Generale		QT						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit 4 Credits gewichtet.</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Studiengangsbeauftragter Informatik</p>								
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p>Ist kein Nebenfach gewählt, muss eine beliebige Kombination von Veranstaltungen außerhalb der Informatik und im Umfang von 12 LP muss gewählt werden. Die angegebene Verteilung der LP auf Lehrveranstaltungen ist nur exemplarisch.</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

Advanced Algorithms						
Advanced Algorithms						
<b>Modulnummer:</b> M.079.4002	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05701 Advanced Algorithms	V3 Ü2	75	105	WP	50/25
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Algorithms:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Bereitschaft und Fähigkeit, den kreativen Prozess des Algorithmenentwurfs und die Effizienzanalyse mit mathematischen Methoden zu erlernen. Grundkenntnisse einiger grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen und deren Analysen werden vorausgesetzt.					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Algorithms:</i> Dieser Kurs präsentiert fortgeschrittenen Algorithmen und algorithmische Paradigmen für grundlegenden Probleme. Insbesondere werden dabei Methoden wie Randomisierung und Derandomisierung, sowie die Konzepte von Approximations- und Onlinealgorithmen anhand wichtiger algorithmischer Probleme vorgestellt. In allen Fällen werden Korrektheitsbeweise und Laufzeitanalysen durchgeführt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randomisierte Algorithmen, Derandomisierung, Beispiele u.a. Randomized Rounding</li> <li>• Online Algorithmen, Beispiele u.a. ais dem Bereich Scheduling</li> <li>• Approximationsalgorithmen, Beispiele u.a. NP-schwere Probleme</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden wenden fortgeschrittene algorithmische Entwurfsmethoden wie Randomisierung, Approximation und Onlinealgorithmen auf neue Probleme an und analysieren sie unter Nutzung von kombinatorischen und wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Algorithms:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb.</li> <li>• Übungen in Kleingruppen.</li> <li>• erwartete Aktivitäten der Studierenden: aktive Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben.</li> <li>• Übungsblätter, Lösungen werden in Übungsgruppen vorgestellt und diskutiert.</li> <li>• In Übungen und Hausaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen geübt.</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Standardlehrbücher, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter</p>
----	---

Advanced Complexity Theory							
Advanced Complexity Theory							
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>				
M.079.4004	180	6	Sommer- / Wintersemester				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>				
		1	en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
a)	L.079.05803 Advanced Complexity Theory	V3 Ü2	75	105	WP	25	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
	keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>						
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Complexity Theory:</i>						
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>						
	Grundlagen über Komplexitätstheorie (u.a. Turingmaschinen, NP-Vollständigkeit)						



### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Complexity Theory:</i>  Komplexitätstheorie beschäftigt sich mit der Bestimmung der Größe von Ressourcen (z.B. Laufzeit, Speicherverbrauch), die notwendig und hinreichend ist für die Lösung eines bestimmten algorithmischen Problems (z.B. Problem des Handlungsreisenden (TSP)) auf einem bestimmten Computermodell (z.B. Turing-Maschine). Ein Ansatz ist die Komplexitätsklassen wie z.B. P, NP, PSPACE zu definieren, um die Problemkomplexität mit Hilfe der Vollständigkeit in einer solchen Klasse zu klassifizieren, wie z.B. die berühmte Klasse der NP-vollständigen Probleme. Dies ergibt bedingte Aussagen wie "Wenn NP nicht gleich P, dann ist TSP nicht in Polynomialzeit lösbar". Dieser Zweig der Komplexitätstheorie wird oft als strukturelle Komplexitätstheorie bezeichnet. Im Gegensatz dazu ist das Beweisen expliziter Untergrenzen für bestimmte Probleme das Thema der so genannten konkreten Komplexitätstheorie. Da niemand derzeit in der Lage ist superlineare Zeitschranken für explizit definierte Probleme in allgemeinen Rechenmodellen wie Turingmaschinen zu beweisen, betrachtet man etwas eingeschränkt Modelle wie 1-Band Turingmaschinen, monotone Bool'sche Schaltkreise, Bool'sche Schaltkreise mit beschränkter Tiefe, algebraische Berechnungsmodelle und verschiedene Arten von parallelen Berechnungsmodellen. Die Vorlesung gibt eine Übersicht von Ansätzen um solche unteren Schranke in verschiedenen Modellen zu beweisen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterministische, nichtdeterministische und probabilistische Zeit- und Platz-Komplexitätsklassen, Hierarchien, Vollständigkeit</li> <li>• Untere Schranken für Größe und Tiefe verschiedener Varianten von von Booleschen Schaltkreisen</li> <li>• Untere Schranken für Algebraische Berechnungen</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Techniken im Bereich der Komplexitätstheorie wie Reduktionen, Diagonalisierung, Randomisierung und Relativierung. Sie können entscheiden, in welche Komplexitätsklassen sich der Speicherplatzbedarf und die Laufzeitanforderungen von algorithmischen Problemen einordnen lassen. Sie können mit Hilfe der Konzepte der Komplexitätstheorie Hypothesen aufstellen und diese falsifizieren oder verifizieren. Sie können die Zusammenhänge zwischen Komplexitätsklassen wie P und NL erläutern.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						

### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.				
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Complexity Theory:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Übungen in Kleingruppen</li> <li>• Erwartete Aktivitäten der Studierenden: Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C.H. Papadimitriou, Computational Complexity, Addison-Wesley</li> <li>• S. Arora, B. Barak, Computational Complexity - A Modern Approach, Cambridge University Press</li> <li>• Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter</li> </ul>			

Advanced Computer Architecture			
Advanced Computer Architecture			
<b>Modulnummer:</b> M.079.4005	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05724 Advanced Computer Architecture	V3 Ü2	75	105	WP	50/25	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Computer Architecture:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundlegende Kenntnisse in Rechnerarchitektur.						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Computer Architecture:</i> Die Lehrveranstaltung vermittelt die wesentlichen Konzepte und Methoden, die beim Entwurf moderner Prozessoren Verwendung finden. Es werden Ansätze zur Nutzung von Parallelität auf der Instruktions-, Daten- und Thread-Ebene besprochen.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Rechnerarchitektur (Wiederholung und Zusammenfassung)</li> <li>• Entwurf der Speicherhierarchie</li> <li>• Parallelität auf Instruktionsebene</li> <li>• Datenparallelität: Vektor-, SIMD- und GPU-Architekturen</li> <li>• Parallelität auf Thread-Ebene</li> <li>• Warehouse-scale Computer</li> </ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,  <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Prinzipien moderner Speicherhierarchien zu erklären,</li> <li>• die verschiedenen Ebenen der Parallelität zu analysieren,</li> <li>• die Eignung unterschiedlicher Architekturkonzepte einzuschätzen und dadurch</li> <li>• moderne Entwicklungen der Rechnerarchitektur zu bewerten.</li> </ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Marco Platzner		

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Computer Architecture:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafel</li> <li>• Interaktive Übungen im Hörsaal</li> <li>• Rechnerübungen mit Simulationswerkzeugen</li> <li>• Analyse von Fallbeispielen</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien und Übungsblätter</li> <li>• Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen</li> <li>• Hennessey, Patterson: Computer Architecture: A Quantitative Approach (5th edition), Morgan Kaufmann, 2012</li> <li>• Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien</li> </ul>
----	---

Advanced Distributed Algorithms and Data Structures						
Advanced Distributed Algorithms and Data Structures						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4006	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05700 Advanced Distributed Algorithms and Data Structures	V3 Ü2	75	105	P	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Distributed Algorithms and Data Structures:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Algorithmen und Datenstrukturen, verteilte Algorithmen und Datenstrukturen					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Distributed Algorithms and Data Structures:</i>          Die Vorlesung stellt fortgeschrittene Methoden für verteilte Algorithmen und Datenstrukturen vor. Themen sind unter anderem Zugriffskontrolle, Synchronisation, Konsensus, Informationsverbreitung, hybride Netze, Scheduling, und Optimierung. Aufbauend auf Lösungen zu diesen Themen werden auch konkrete Anwendungen vorgestellt.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende lernen fortgeschrittene Methoden und Verfahren für aktuell sehr relevante verteilte Systeme kennen. Sie können Verfahren an neue Situationen anpassen und deren Komplexität bestimmen. Sie können grundlegende Verfahren implementieren.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Christian Scheideler
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Distributed Algorithms and Data Structures:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen und Softwareprojekt <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Skript

Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes						
Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4009	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05756 Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes	V3 Ü2	75	105	WP	40/20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Bereitschaft und Fähigkeit, den kreativen Prozess des Algorithmenentwurfs und die Effizienzanalyse mit mathematischen Methoden zu erlernen. Grundkenntnisse einiger grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen und deren Analysen werden angenommen.					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes:</i></p> <p>Walkthrough-Systeme erlauben das Betrachten und Durchlaufen von virtuellen 3D-Szenen und finden Anwendung in Architekturprogrammen, Simulationen, oder Spielen. Die Effizienz von Echtzeit-Rendering Algorithmen ist entscheidend für eine flüssige und schnelle Darstellung der virtuellen 3D-Szenen in einem Walkthrough-System. Es gibt verschiedene algorithmische Ansätze, um hochkomplexe geometrische 3D-Daten zu reduzieren und eine Darstellung der Daten in Echtzeit zu erreichen. In der Vorlesung werden algorithmische Ansätze aus den Bereichen Visibility-Culling, Simplification, Level of Detail, Image-Based Rendering und weitere vorgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung: Walkthrough-Problem</li> <li>• Datenstrukturen: kd-Baum, BSP-Baum, Octree, Loose-Octree</li> <li>• Level of Detail: Adaptives LOD-Management, Mesh Simplification, Progressive Meshes</li> <li>• Visibility Culling: View Frustum Culling, Potentially Visible Sets (PVS), Dynamische Berechnung der PVS, Hierarchischer Z-Buffer, Hierarchische Occlusion Maps, Aspect-Graph, Visibility Space Partition</li> <li>• Replacement: Color-Cubes, Randomisierter Z-Buffer, Hierarchical Image Caching</li> <li>• Paralleles Rendern: Klassifizierung und Modellierung, Paralleles Rendering als Sortierproblem, Hybrides Sort-First/Sort-Last-Rendering</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können die wichtigsten Techniken im Bereich der Echtzeit-Darstellung virtueller 3D-Szenen anwenden. Sie können entscheiden, in welcher virtuellen 3D-Szene welcher Algorithmus geeignet ist. Sie können Algorithmen an neue Situationen anpassen.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						



### 3 Wahlpflichtmodule

8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Matthias Fischer</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes:</i> <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Übungen in Kleingruppen</li> <li>• erwartete Aktivitäten der Studierenden: Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben</li> <li>• Übungsblätter, Musterlösungen werden in Zentralübungen vorgestellt</li> <li>• In Übungen und Hausaufgaben werden Entwurf und Analyse von Algorithmen an ausgewählten Beispielen geübt.</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardlehrbücher, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter</li> <li>• Real-Time Rendering; Tomas Akenine-Möller, Eric Haines; AK Peters, 2002.</li> <li>• Level of Detail for 3D Graphics; David Luebke, Martin Reddy, Jonathan D. Cohen; Morgan Kaufmann Publishers, 2002.</li> </ul>

Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits			
Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05805 Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits	V3 Ü2	75	105	WP	30	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Kenntnisse aus Digitaltechnik sind hilfreich.						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits:</i> Die Veranstaltung behandelt die wesentlichen Schritte bei der Synthese digitaler Schaltungen und geht speziell auf die Übersetzung von Beschreibungen in Hardwarebeschreibungssprachen in Schaltungen ein. Weiterhin werden die wichtigsten Techniken für die Logikoptimierung diskutiert. In praktischen Übungen wird die effiziente Verwendung von Entwurfswerkzeugen geübt.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardwarebeschreibungssprachen</li> <li>• High-level Synthese und Optimierungsmethoden (Scheduling und Bindung)</li> <li>• Logikrepräsentation und Optimierung von zweistufigen Logikfunktionen</li> <li>• Datenstrukturen für die Logiksynthese (Binary Decision Diagrams)</li> <li>• Repräsentation und Optimierung von mehrstufigen Schaltnetzen (algebraische Methoden, Kontrollierbarkeit, Beobachtbarkeit und Verifikation des Zeitverhaltens)</li> <li>• Modellierung und Optimierung von sequentiellen Schaltungen (Retiming)</li> <li>• Bibliotheken und Bindung</li> </ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,  <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwischen den verfügbaren Optimierungsmethoden für den digitalen Schaltungsentwurf auszuwählen,</li> <li>• die wesentlichen Probleme bei Entwurf integrierter Schaltungen zu identifizieren und die Tradeoffs beim Schaltungsentwurf zu erkennen, und</li> <li>• aktuelle Werkzeuge für den digitalen Schaltungsentwurf zu bewerten.</li> </ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> keine		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> keine		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Hassan Ghasemzadeh Mohammadi		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Interaktive Übungen im Hörsaal</li> <li>• Rechnerübungen mit Hardwaresynthesewerkzeugen</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien und Übungsblätter</li> <li>• Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen</li> <li>• Micheli, Giovanni De. Synthesis and optimization of digital circuits. McGraw-Hill Higher Education, 1994.</li> <li>• Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien</li> </ul>		

<b>Approximate Computing</b>
------------------------------

Approximate Computing
-----------------------

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4068	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05758 Approximate Computing	V3 Ü2	75	105	WP	100/25
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Approximate Computing:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Bachelorwissen in Digitaltechnik und Rechnerarchitektur, Bachelorwissen in Mathematik, speziell in linearer Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie					
4	<b>Inhalte:</b>					
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Approximate Computing:</i>					
	Approximate Computing ist ein aktueller Ansatz, der die Genauigkeit von Berechnungen reduziert und dadurch signifikante Einsparungen im Energieverbrauch, der Rechenzeit oder der Chipfläche erzielt. Dieser forschungsorientierte Kurs führt in das Gebiet des Approximate Computing ein und stellt die wesentlichen Methoden für die Implementierung effizienter Rechnersysteme durch Reduktion der Genauigkeit vor. Der Kurs behandelt Approximationstechniken auf allen Ebenen eines Rechnersystems, von der Anwendungsebene bis hin zur Ebene der Hardwaretechnologie. In den Übungen/Tutorium wird die Effizienz dieser Techniken für verschiedene Anwendungsdomänen, wie zum Beispiel Deep Learning und Digital Signal Processing, untersucht.					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Motivation für ungenaues Rechnen</li> <li>• Approximation in der Anwendungsebene</li> <li>• Programmiersprachen/Compiler für Approximate Computing</li> <li>• Approximation in der Mikroarchitektur</li> <li>• Synthese von approximierten Schaltungen</li> <li>• Ungenaue arithmetische Komponenten und Performanceoptimierung durch Reduktion der Genauigkeit</li> <li>• Approximationstechniken in der Technologieebene</li> <li>• Übungen/Tutorial: Approximation von Algorithmen des Deep Learning und Digital Signal Processing auf der Anwendungs- und Architekturebene</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Approximationstechniken auf den unterschiedlichen Ebenen eines Rechnersystems zu benennen und zu erklären,</li> <li>• die wesentlichen technischen/wissenschaftlichen Problemstellungen bei der Approximation von Rechnersystemen zu identifizieren,</li> <li>• die Einsetzbarkeit der Approximationstechniken für verschiedene Anwendungsdomänen zu beurteilen und</li> <li>• die Approximationstechniken anzuwenden, um effiziente Hardwarebeschleuniger zu realisieren, insbesondere für Deep Learning und Digital Signal Processing</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>The credit points are awarded after the module examination was passed.</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Dr. Hassan Ghasemzadeh Mohammadi</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Approximate Computing:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Interaktive Übungen/Diskussionen im Hörsaal</li> <li>• Rechnerübungen</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien und Aufgabenblätter</li> <li>• Adrian Sampson, Luis Ceze, and Dan Grossman: Good-Enough Computing. IEEE Spectrum, 50(10):54-59, 2013</li> <li>• Ravi Nair. Big Data Needs Approximate Computing: Technical Perspective. Communications of the ACM, 58(1): 104, 2015.</li> <li>• Sparsh Mittal. A Survey of Techniques for Approximate Computing. ACM Computing Surveys, 48(4), 2016.</li> <li>• Qiang Xu, Todd Mytkowitz, and Nam Sung Kim. Approximate Computing: A Survey. IEEE Design &amp; Test, 33(1):8-22, 2016.</li> <li>• Zusätzliche Ressourcen und Links auf aktuelle Publikationen werden in der Vorlesung zur Verfügung gestellt.</li> </ul>
----	--

Architektur paralleler Rechnersysteme							
Architectures of Parallel Computer Systems							
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>				
M.079.4011	180	6	Sommersemester				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>				
		1	de				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05806 Architektur paralleler Rechnersysteme	V3 Ü2	75	105	WP	20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
	keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>						
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Architektur paralleler Rechnersysteme:</i>						
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>						
	Grundlagen der Rechnerarchitektur						

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Architektur paralleler Rechnersysteme:</i> Diese Veranstaltung führt in Rechnerarchitekturen der wichtigsten Parallelrechner und in die Nutzung dieser Systeme ein. Der Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf High-Performance-Computer.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Paralleles Rechnen aus Sicht des Anwenders</li><li>• Programmierung von Parallelrechnern</li><li>• Grundlagen der Rechnerarchitektur</li><li>• Übersicht der Architekturen paralleler Rechnersysteme</li><li>• Speichergekoppelte Systeme</li><li>• Cache-Kohärenz in skalierbaren Rechnersystemen</li><li>• Hochgeschwindigkeitskommunikationsnetzwerke</li><li>• Datacenter Architekturen</li><li>• Energieeffizienz</li></ul>
---	--

5

#### **Lernergebnisse und Kompetenzen:**

- Studierende benennen und erklären Programmierparadigmen paralleler Programmiersprachen. Sie beherrschen grundlegende Sprachkonstrukte und Bibliotheksfunktionen wichtiger paralleler Programmiersprachen/-umgebungen (z.B. OpenMP, POSIX-Threads, MPI, PGAS) und können deren Einsatzgebiete benennen.
- Studierende sind in der Lage sowohl einige aktuelle HPC-Systeme als auch moderne Prozessoren mit deren Eigenschaften zu beschreiben. Sie erkennen bedeutende Trends (Power Wall, Memory Wall, ILP Wall) denen diese Systeme unterliegen.
- Studierende benennen und erklären allgemein genutzte Klassifikation von Parallelrechnern. Sie erklären die wichtigsten Strukturbausteine und Operationsprinzipien paralleler Rechnersysteme. Sie beherrschen die theoretische Beschreibung des Skalierungsverhaltens (Amdahl, Gustafson) und die quantitativen Bewertungen von Parallelrechnern.
- Studierende benennen und erklären Architekturmerkmale skalierbarer speichergekoppelte Systeme. Sie beherrschen unterschiedliche Techniken zur Aufrechterhaltung der Speicherkonsistenz und -kohärenz in busbasierten Systemen (Invalidierungs-, Update-Protokolle). Sie sind in der Lage Techniken zur Steigerung der Leistungsfähigkeit dieser Systeme zu beschreiben (Multi-Level-Caches, transiente Zustände, Split-Transaktion-Busse).
- Studierende erklären Mechanismen zur Synchronisation (Locks, Barrieren) in Parallelrechnern.
- Studierende demonstrieren Kenntnisse in Aufrechterhaltung der Cache-Kohärenz von skalierbaren Rechnersystemen (hierarchisches Snooping, Directories). Sie beherrschen Techniken zur Steigerung der Leistungsfähigkeit solcher Systeme (z.B. Latenz-Verbesserung, Durchsatzserhöhung).
- Studierende beschreiben Verfahren basierend auf Token Coherence. Studierende benennen und erklären grundlegende Eigenschaften von Cluster-Architekturen. Sie können die in dem Bereich eingesetzte Kommunikationsnetzwerke topologisch beschreiben und bewerten (z.B. Grad, Durchmesser, Bisektion). Sie beherrschen Kommunikationstechniken der Hochgeschwindigkeitsnetzwerke (Wormhole Routing, Virtual Cut-Through) und Routing-Verfahren (tabellenbasiertes Routing, Source-Routing). Sie beherrschen Beweistechniken zur Sicherstellung der Deadlock-Freiheit von Routings.
- Studierende können die Eigenschaften existenter Interconnects (z.B. InfiniBand, OmniPath) benennen.
- Die Studierenden sind in der Lage, wesentliche Architektureigenschaften von parallelen Rechnersystemen zu erkennen und deren Eignung für bestimmte Anwendungsgebiete festzustellen. Die Kenntnisse können dazu eingesetzt werden um hohe Rechenleistungen auf HPC-Systemen zu erzielen und vorhandene Ressourcen effizient zu nutzen.

#### **Nichtkognitive Kompetenzen**

- Einsatz und Engagement
- Lernkompetenz



### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Jens Simon		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Architektur paralleler Rechnersysteme:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Einsatz von Folien. In der Übung wird ein Zugang zu vorhandenen HPC-Systemen genutzt um den praktischen Umgang mit den Rechnern zu üben und die Kenntnisse der Vorlesung zu vertiefen. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Foliensatz		

#### Ausgewählte Themen im Gebiet Security

Selected Topics in Security

<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4083	180	6	Sommer- / Wintersemester

### 3 Wahlpflichtmodule

	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	de / en			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05798 Privacy Enhancing Technologies	V2 Ü3	75	105	WP	40
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> Innerhalb des Moduls ist genau eine der enthaltenen Lehrveranstaltungen zu wählen.					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine					
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b> In diesem Modul werden wechselnde Lehrveranstaltungen, beispielsweise von Gastdozenten angeboten. Die konkreten Inhalte sind den Lehrveranstaltungen zu entnehmen. <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Privacy Enhancing Technologies:</i> Dieser Kurs vermittelt den Teilnehmern ein grundlegendes Verständnis der Risiken für die Privatsphäre, der gängigsten Technologien zu deren Bewältigung ("PETS") und der menschlichen Faktoren, die deren Gestaltung beeinflussen.					
<b>5</b>	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>					
<b>6</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)					
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>		<b>Gewichtung für die Modulnote</b>	
		a) Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min		100%	
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.					

### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
	a)	Praktische Arbeiten und Diskussion		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.				
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Studiengangsbeauftragter Informatik			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Privacy Enhancing Technologies:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wöchentliche Theorievorlesung</li> <li>• Übung und Aufgaben zur interaktiven Diskussion in den praktischen Vorlesungen</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien, wissenschaftliche Literatur und spezifische Lektüre werden während des Kurses zur Verfügung gestellt.</li> </ul>			

Ausgewählte Themen im Gebiet Software Engineering			
Selected Topics in Software Engineering			
<b>Modulnummer:</b> M.079.4078	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommer- / Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> de / en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05796 Software Engineering for Self-Adaptive Systems	V3 Ü2	75	105	WP	40	
	b) L.079.05798 Privacy Enhancing Technologies	V2 Ü3	75	105	WP	40	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> Innerhalb des Moduls ist genau eine der enthaltenen Lehrveranstaltungen zu wählen.						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Software Engineering for Self-Adaptive Systems:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Programmieren und Modellieren						
4	<b>Inhalte:</b> In diesem Modul werden wechselnde Lehrveranstaltungen, beispielsweise von Gastdozenten angeboten. Die konkreten Inhalte sind den Lehrveranstaltungen zu entnehmen.  <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Software Engineering for Self-Adaptive Systems:</i> Die Komplexität von Softwaresystemen, die Evolution von Anforderungen und die Unsicherheit von Anforderungen und Umgebungen erschweren das Management laufender Systeme. Eine vielversprechende Lösung sind selbst-adaptive Systeme, die in der Lage sind, sich automatisch an sich ändernden Anforderungen und Umgebungen anzupassen. In der Vorlesung werden die Grundlagen als auch Methoden und Techniken für die Entwicklung und Absicherung selbst-adaptiver Software behandelt. Der Fokus liegt dabei auf dem Software Engineering für selbst-adaptive Systeme und der Auswirkung der Selbst-Adaption auf die Engineering-Aktivitäten. Auf Basis von Forschungsprototypen (sog. "Exemplars") werden ausgewählte Methoden und Techniken in den Übungen und im Projekt erprobt.  <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Privacy Enhancing Technologies:</i> Dieser Kurs vermittelt den Teilnehmern ein grundlegendes Verständnis der Risiken für die Privatsphäre, der gängigsten Technologien zu deren Bewältigung ("PETS") und der menschlichen Faktoren, die deren Gestaltung beeinflussen.						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Haltung und Einstellung</li><li>• Selbststeuerungskompetenz</li></ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a) - b)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
b)	Praktische Arbeiten und Diskussion		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Studiengangsbeauftragter Informatik		

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Software Engineering for Self-Adaptive Systems:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>            Die Grundlagen, Methoden und Techniken für die Entwicklung und Absicherung selbst-adaptiver Systeme werden in der Vorlesung vermittelt. In der Übung/Projekt werden ausgewählte Methoden und Techniken an sogenannten Exemplars aus der Forschung erprobt (<a href="http://self-adaptive.org/exemplars/">http://self-adaptive.org/exemplars/</a>).</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>            Folien, Hinweise zur wissenschaftlichen Papieren werden in der Vorlesung gegeben, Bücher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weyns, Danny (2020). An Introduction to Self-adaptive Systems: A Contemporary Software Engineering Perspective. Wiley</li> <li>• Cheng, B.H.C., de Lemos, R., Inverardi, P., Magee, J. (Eds.). (2009) Software Engineering for Self-Adaptive Systems. Springer.</li> <li>• de Lemos, R., Giese, H., Müller, H., Shaw, M. (Eds.) (2013). Software Engineering for Self-Adaptive Systems II. Springer.</li> <li>• de Lemos, R., Garlan, D., Ghezzi, C., Giese, H. (Eds.) (2017). Software Engineering for Self-Adaptive Systems III. Assurances. Springer</li> </ul> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Privacy Enhancing Technologies:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wöchentliche Theorievorlesung</li> <li>• Übung und Aufgaben zur interaktiven Diskussion in den praktischen Vorlesungen</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien, wissenschaftliche Literatur und spezifische Lektüre werden während des Kurses zur Verfügung gestellt.</li> </ul>
----	--

<b>Build It, Break It, Fix It</b>						
Build It, Break It, Fix It						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4013	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05713 Build It, Break It, Fix It	V3 Ü2	75	105	WP	20

### 3 Wahlpflichtmodule

2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Build It, Break It, Fix It:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Bereitschaft und Fähigkeit, sich selbstständig nach Erforderlichkeit in neue Themengebiete einzuarbeiten ist zwingend erforderlich</li><li>• Sichere Beherrschung mindestens einer populären Programmiersprache (Java, Python, C, C++, . . . ) zwingend erforderlich</li><li>• Kenntnisse über Software-Sicherheitsanforderungen, Best practices im Bereich der sicheren Softwareentwicklung, Kryptografie und Erfahrungen mit dem Auffinden und Ausnutzen von Sicherheitslücken in Software sind hilfreich</li></ul>
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Build It, Break It, Fix It:</i> Das Ziel dieser Lehrveranstaltung ist die praktische Vermittlung von Grundprinzipien der sicheren Softwareentwicklung. Sie ist inspiriert vom “Break It, Build It, Fix It“-Wettbewerb von Ruef et al. Die Veranstaltung ist in drei Phasen aufgeteilt, in denen die Teilnehmenden in Gruppen ihre Fertigkeiten in der Entwicklung von Software, Identifizierung von Sicherheitslücken und Behebung derselben unter Beweis stellen und weiterentwickeln. In der “Build It“-Phase entwickeln die Gruppen kleine Softwareprojekte nach einer formalen Spezifikation, die auch Sicherheitsanforderungen enthält. In der “Break It“-Phase werden die entwickelten Softwareprodukte unter den Gruppen ausgetauscht mit der Zielsetzung, Schwachstellen in anderen Implementierungen zu finden und auszunutzen. In der “Fix It“-Phase behebt jede Gruppe die in ihrer Software gefundenen Schwachstellen. Die Veranstaltung enthält einen theoretischen Teil, in dem grundsätzliche Vorgehensweisen zur sicheren Softwareentwicklung erläutert, sowie verschiedene Arten von Sicherheitslücken vorgestellt und demonstriert werden. Der Fokus dieser Veranstaltung liegt jedoch auf der praktischen Arbeit in den Gruppen. Da das Finden und Beheben von Schwachstellen in Software eine Vielzahl von Fertigkeiten und einiges an Kreativität erfordert, ist für ein erfolgreiches Absolvieren der Veranstaltung ein hohes Maß an Eigenmotivation und Selbstorganisation erforderlich.
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Theoretische/Praktische Kenntnisse im Bereich der sichere Softwareentwicklung. Theoretische/Praktische Kenntnisse in der Auffindung und Ausnutzung von Software-Sicherheitslücken. Wissen über verbreitete, reale Software-Sicherheitslücken und Möglichkeiten diese auszunutzen. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatz und Engagement</li><li>• Kooperationskompetenz</li><li>• Lernkompetenz</li><li>• Selbststeuerungskompetenz</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Phasenbezogene Prüfung		100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Praktikumsarbeit mit anschließendem Gespräch		SL, QT
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Eric Bodden		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Build It, Break It, Fix It:</i> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Das Kursmaterial wird auf der PANDA-Seite des Kurses angeboten werden.		

<b>Clustering Algorithms</b>			
Clustering Algorithms			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommer- / Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en



### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05711 Clustering Algorithms	V3 Ü2	75	105	WP	25	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Clustering Algorithms:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Algorithmen und Datenstrukturen, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Clustering Algorithms:</i> Im Zentrum dieser Vorlesung steht eines der wichtigsten Werkzeuge der Datenanalyse. das Clustering. Clustering ist der Prozess des Aufteilen von Daten in sinnvolle oder nützliche Teilmengen. Eine solche Aufteilung sollte die natürliche Struktur der Daten widerspiegeln. Dies kann z.B. bedeuten, dass jede Teilmenge möglichst viele einander ähnliche Objekte einer Datenmenge enthalten soll. Clustering ist eine natürliche Art Daten zu strukturieren und zu analysiere. Es besitzt viele Anwendung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agglomeratives Clustering</li> <li>• K-Means Clustering</li> <li>• Geometrisches Clustering: DBSCAN</li> <li>• Dimensionsreduktion: Johnson-Littlewood und SVD</li> <li>• Stochastische Modelle und EM-Algorithmus</li> </ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende können die wichtigsten Algorithmentechniken des Clustering benennen und erläutern. Sie können entscheiden, in welcher Situation welcher Algorithmus geeignet ist. Sie können Algorithmen an neue Situationen anpassen. Sie kennen verschiedene Modellierungen von Clustering, können diese anwenden und anpassen sowie für die Modellierung geeignete Algorithmen einsetzen und bewerten. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Johannes Blömer		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Clustering Algorithms:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen, Lesegruppen, Kurzvorträge <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• David J.C MacKay, Information Theory, Inference and Learning Algorithms</li> <li>• Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning</li> <li>• Folien der Vorlesung</li> </ul>		

<b>Combinatorial Optimization</b>
Combinatorial Optimization

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b> M.079.4074	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.0579 Combinatorial Optimization	V3 Ü2	75	105	WP	??
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Combinatorial Optimization:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Solide Grundkenntnisse in Algorithmen und Datenstrukturen, Komplexitätstheorie, diskreter Mathematik und linearer Algebra, wie sie üblicherweise in Grundkursen eines Informatikstudiums vermittelt werden.					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Combinatorial Optimization:</i> Dieser Kurs bietet eine Einführung in die kombinatorische Optimierung. Algorithmische Ansätze und Methoden werden vorgestellt und analysiert, und es werden verschiedene kombinatorische Optimierungsprobleme betrachtet. Themen des Kurses sind z.B. Matchings, Netzwerkflüsse und lineare Programmierung.					
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Den Teilnehmenden werden algorithmische Ansätze für kombinatorische Optimierungsprobleme vermittelt sowie ein Verständnis für die Komplexität der Probleme und die Grenzen der vorgestellten Methoden. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Marten Maack			

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Combinatorial Optimization:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und/oder Tafelanschrieb oder online mit entsprechenden Substituten.</li> <li>• Übungen in Kleingruppen.</li> <li>• Erwartete Aktivitäten der Studierenden: Aktive Mitarbeit bei Präsenzübungen und Hausaufgaben.</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Neben übliche Vorlesungsmaterialien wie Skript oder Folien sowie Übungsblättern wird auf folgende Lehrbücher verwiesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Papadimitriou and K. Steiglitz: Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity. Courier Corporation, 1998.</li> <li>• B. Korte, J. Vygen: Combinatorial optimization: theory and algorithms. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.</li> <li>• A. Schrijver: Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003.</li> </ul>
----	--

Computational Argumentation						
Computational Argumentation						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4061	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05811 Computational Argumentation	V3 Ü2	75	105	WP	150/50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Computational Argumentation:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>          Inhalte der Bachelor-Vorlesung "Introduction to Text Mining" und/oder der Master-Vorlesung "Statistical Natural Language Processing". Alternativ sind auch die Inhalte von "Data Mining" (Bachelor), "Machine Learning I" und "Information Retrieval" (jeweils Master) nützlich. Grundlegende Kenntnisse in Statistik.</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Computational Argumentation:</i></p> <p>Argumentation ist ein zentraler Bestandteil der Kommunikation in Alltag und Beruf. Wo Kontroversen auftreten, spielen auch Argumente eine Rolle - zur Meinungsbildung, zur Entscheidungsfindung oder zur Überzeugung anderer. In den letzten Jahren hat sich die algorithmische Analyse und Synthese solcher natürlichsprachiger Argumentation (kurz: Computational Argumentation) zu einem aufstrebenden Bereich in der Forschungswelt entwickelt. Es wird davon ausgegangen, dass Computational Argumentation die nächste Generation von Suchmaschinen und intelligenten Assistenzsystemen maßgeblich beeinflusst. Aufbauend auf grundlegenden Techniken der Verarbeitung natürlicher Sprache, umfasst Computational Argumentation unter Anderem die Extraktion von Argumenten aus natürlichsprachigem Text, die Bewertung der Qualität von Argumenten, wie auch die Ermittlung von Argumenten in der Web-Suche.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende lernen sowohl linguistische und argumentationstheoretische Grundlagen als auch State-of-the-Art-Techniken aus dem Bereich Computational Argumentation theoretisch kennen und erlernen den praktischen Einsatz entsprechender Methoden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						

### 3 Wahlpflichtmodule

8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Jun. Prof. Dr. Henning Wachsmuth
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Computational Argumentation:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Konzepte und Methoden der Analyse und Synthese von Argumentation werden im Rahmen der Vorlesungen eingeführt. In den Übungen werden diese in semesterbegleitenden Programmierprojekten angewendet. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Begleitmaterial in Form eines Skripts und Übungszetteln. Ausgewählte Inhalte des Buchs: Manfred Stede and Jodi Schneider. 2018. Argumentation Mining. Synthesis Lectures on Human Language Technologies #13. Morgan & Claypool Publishers.

Data-Driven Innovation and Engineering			
Data-Driven Innovation and Engineering			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4076	180	6	Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en
1	<b>Modulstruktur</b>		
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>
	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05722 Data-Driven Innovation and Engineering	V2 Ü3	75
		105	WP
			60
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>		
	keine		

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>keine</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Data-Driven Innovation and Engineering:</i>          Die Digitalisierung verändert die Marktleistungen von morgen sowie die Art und Weise, wie diese entwickelt werden. Tradierte Methoden der Strategischen Planung und des System Engineering lassen Potentiale ungenutzt; während datengetriebene Lösungen diese Potentiale erfassen. Die Vorlesung schafft einen Überblick der Herausforderungen und zu Lösungsansätzen von Data-Driven Innovation and Engineering. Es werden theoretische Grundlagen und Konzepte eingeführt und exemplarische Anwendungen aus der Praxis vorgestellt. Dabei wird der Prozess von der Datenerfassung über Möglichkeiten zur Datenauswertung bis hin zur Entwicklung innovativer Marktleistungen betrachtet. Das erlangte Wissen wird in den Übungen vertieft und umgesetzt.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erhalten ein umfassendes Verständnis für datengetriebene Lösungen im Bereich Data-Driven Innovation and Engineering. Ferner erlernen die Studierenden die eigenständige Entwicklung datengetriebener Lösungen.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Empathie</li> <li>• Gesellschaftliche und ethische Urteilsfähigkeit</li> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden werden Art und Dauer der Prüfungsleistung spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine</p>								
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								



### 3 Wahlpflichtmodule

10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Data-Driven Innovation and Engineering:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung und Übung <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Echterfeld, J.; Pfänder, T.; Steffen, D.; Thielemann, F.: Innovationen für die Märkte von morgen – Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Carl Hanser Verlag, München, 2019

Data Science for Physics and Engineering			
Data Science for Physics and Engineering			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4077	180	6	Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en
1	<b>Modulstruktur</b>		
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>
	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05701 Data Science for Physics and Engineering	V3 Ü2	75
		105	WP
			50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine		
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Data Science for Physics and Engineering:</i> keine		

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Data Science for Physics and Engineering:</i> Datenbasierte Methoden haben in den vergangenen Jahren die Modellierung, Vorhersage und Steuerung komplexer Systeme revolutioniert. In dieser Vorlesung behandeln wir die Grundlagen aus den Bereichen <i>Maschinelles Lernen</i>, <i>Ingenieurwissenschaften</i> sowie <i>mathematischer Physik</i>, um moderne Verfahren aus dem Bereich Data Science in die Modellierung und Steuerung komplexer Systeme zu integrieren. Wir behandeln auch aktuelle Fortschritte im Bereich des <i>wissenschaftlichen Rechnens</i>, die es ermöglichen, datenbasierte Methoden in einer Vielzahl von Anwendungen einzusetzen, zum Beispiel Fluidodynamik, Gehirnströme, Klima, Epidemiologie, Finanzen oder Robotik.</p> <p>Die behandelten Themenblöcke sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mustererkennung und Dimensionsreduktion</li><li>• Koordinatentransformationen</li><li>• Maschinelles Lernen und Datenanalyse</li><li>• Dynamische Systeme und Kontrolle</li><li>• Reduzierte Modelle</li></ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studenten lernen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Faktenwissen über<ul style="list-style-type: none"><li>– die Grundlagen maschineller Lernverfahren im Kontext technischer und physikalischer Systeme</li><li>– Grundlagen aus dem Bereich der Vorhersage und Steuerung dynamischer Systeme</li><li>– mathematische Grundlagen der datenbasierten Modellreduktion</li></ul></li><li>• Methodisches Wissen über<ul style="list-style-type: none"><li>– verschiedene, in den datenbasierten Ingenieurwissenschaften weit verbreitete Ansätze zur effizienten Datenverarbeitung und -auswertung</li><li>– die interdisziplinäre Verknüpfung verschiedener Methoden zur Lösung komplexer Problemstellungen</li></ul></li><li>• Transfer-Wissen, u.a. die Fähigkeit<ul style="list-style-type: none"><li>– die Methoden auf neue Systeme und Problemklassen zu übertragen</li><li>– etablierte Methoden des maschinellen Lernens für spezifische Problemklassen geschickt miteinander zu verknüpfen</li></ul></li><li>• Normatives Wissen, unter anderem die Fähigkeit folgendes zu bewerten<ul style="list-style-type: none"><li>– Die Eignung bestimmter Methoden hinsichtlich der verfügbaren Datenmenge, der Systemkomplexität, etc.</li><li>– den Aufwand und die Machbarkeit von datenbasierte Projekten im ingenieurwissenschaftlichen Kontext</li></ul></li></ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lernkompetenz</li><li>• Lernmotivation</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
<p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>				
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>	keine		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>	keine		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>	Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>	Masterstudiengang Electrical Systems Engineering (ESEMA v2) - Amtssprache, Masterstudiengang Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3) - Amtssprache, Masterstudiengang Elektrotechnik v4 (EMA v4), Masterstudiengang Elektrotechnik v5 (EMA v5), Master's Program Electrical Systems Engineering (ESEMA v2), Master's Program Electrical Systems Engineering v3 (ESEMA v3)		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>	Dr. Sebastian Peitz		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Data Science for Physics and Engineering:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Theoretische Konzepte werden in der Vorlesung erläutert und in den Tutorien mit Übungen und Programmieraufgaben vertieft. Tutorien werden sowohl in Eigenarbeit als auch mittels gemeinsamer Diskussionen durchgeführt.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steven L. Brunton and J. Nathan Kutz. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2019.</li> </ul>		

<b>Data Science in Industrial Applications</b>
Data Science in Industrial Applications

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b> M.079.4075	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05795 Data Science in Industrial Applications	V3 Ü2	75	105	WP	40/20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Data Science in Industrial Applications:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundlagen in Mathematik (lineare Algebra, Statistik), Programmierung und Algorithmen.					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Data Science in Industrial Applications:</i> Die zunehmende Vernetzung von Maschinen, Sensoren und IT-Systemen vor dem Hintergrund der Industrie 4.0 hat zu einem rapiden Anstieg der verfügbaren Datenmengen geführt. Die Auswertung der Daten bietet ein enormes Potential für die Automatisierung von kognitiven Aufgaben, die Optimierung von Prozessen und die weitergehende Wertschöpfung aus Daten. Die Vorlesung gibt einen Überblick zu den Herausforderungen und Lösungsansätzen für die industrielle Anwendung von Data Science. Dies umfasst die Einbindung industrieller Datenquellen aus dem Feld, die IT-Landschaft in produzierenden Unternehmen und den Aufbau von (Big Data) Infrastruktur, typische Algorithmen im Bereich Zeitreihenverarbeitung, Optimierung oder Bildverarbeitung sowie die Einbettung in Unternehmensprozesse. Theoretische und methodische Grundlagen, Konzepte und Tools werden im Rahmen der Vorlesung eingeführt und anhand einer Case Study in Kleingruppen angewendet sowie in Heimübungen vertieft. Dabei werden Kompetenzen in der Gruppenarbeit und Kooperation, Selbststeuerung sowie Projektmanagement vertieft.					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden verstehen die Herausforderungen der Anwendung von Data Science in industriellen Anwendungen und besitzen einen Überblick typischer Anwendungsbeispiele. Sie können Methoden der Signalverarbeitung, des Maschinellen Lernens und der Statistik auf industrielle Problemstellungen anwenden sowie die Umsetzung von Datenakquise, Datenarchitektur und die Integration in Unternehmensprozesse planen.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden werden Art und Dauer der Prüfungsleistung spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Vorlesungsbegleitende Case Study</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Vorlesungsbegleitende Case Study		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Vorlesungsbegleitende Case Study		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Data Science in Industrial Applications:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>          Vorlesung mit Folien. Grundlagen und Konzepte werden in der Vorlesung erklärt und anhand von Beispielen veranschaulicht. In der Übung erfolgt ein Wissenstransfer und Anwendung der Konzepte an einer Case Study in Form von Workshops und Umsetzung einer Industrial Analytics Anwendung in selbstständiger Gruppenarbeit.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript und Unterlagen zur Case Study</li> <li>• Literaturangaben erfolgen in der ersten Veranstaltung</li> </ul>
----	---

Designing code analyses for large-scale software systems 1						
Designing code analyses for large-scale software systems 1						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) Designing code analyses for large-scale software systems 1	V3 Ü2	75	105	P	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 1:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Ein gutes Verständnis von Java und den Prinzipien objektorientierter Programmierung ist hilfreich.					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 1:</i> Statische Codeanalysen dienen dazu, automatisiert Fehler und Schwachstellen im Programmcode aufzufinden. Zu diesem Zwecke suchen sie nach bekannten Fehlermustern. In dieser Vorlesung wird erklärt, wie man solche Codeanalysen entwirft, die inter-prozedural sind, also das komplette Programm betrachten, über die Grenzen einzelner Prozeduren hinweg. Der Entwurf solcher Analysen gestaltet sich deshalb sehr schwierig, weil die Analysen oft Millionen von Programmstatements gleichermaßen präzise aber auch effizient verarbeiten müssen. Es werden außerdem Beispielsanalysen aus dem Bereich der IT-Sicherheit besprochen. Diese Veranstaltung ist Teil einer Kombination DECA 1/2. In DECA 2 werden aktuelle Ansätze aus der Forschung besprochen. Es wird dringend empfohlen zuerst DECA 1 und dann DECA 2 zu belegen.</p> <p><b>Behandelte Themen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Typsysteme und fluss-insensitive Analysen</li><li>• Endliche Verbände und Fixpunkte</li><li>• Intra-prozedurale fluss-sensitive Codeanalysen</li><li>• Intervallanalyse, Widening und Narrowing</li><li>• Erstellen von Call-graphen</li><li>• Pointer-Analyse</li><li>• Inter-prozedurale Codeanalysen</li><li>• Context-sensitive Analyse mit dem Call-strings Approach</li><li>• Context-sensitive Analyse mit dem Functional approach</li><li>• Value-based Termination, VASCO</li><li>• Distributive Analysen mit IFDS</li><li>• Praktische Definitionen von Flussfunktionen</li><li>• Distributive Analysen mit IDE</li></ul> <p>Während der gesamten Veranstaltung werden Anwendungsbeispiele aus dem Gebiet der Softwaresicherheit diskutiert.</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Durch den Besuch erlernen Studierende...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• wichtige Designentscheidungen beim Entwurf automatisierter Codeanalysen richtig zu treffen</li><li>• welche Algorithmen für Codeanalysen in welchen Anwendungssituationen am besten geeignet sind</li><li>• wie man Codeanalysen für reale Probleme aus der IT-Sicherheit entwirft</li><li>• wie man gängige Begriffliche wie Kontext-, Fluss-, Feld-, und Objekt-Sensitivität korrekt interpretiert</li><li>• welche Limitierungen statische Codeanalysen aufweisen</li><li>• welche gängige Codeanalysen für Sicherheitsschwachstellen (OWASP Top 10 etc.) existieren, und wie sich diese mit den vorgestellten Algorithmen umsetzen lassen.</li></ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lernkompetenz</li><li>• Lernmotivation</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Eric Bodden		



### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 1:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung und Gruppenübungen sowie praktische Programmierübungen mit weltweit genutzten Frameworks für die statische Codeanalyse</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thomas Reps, Susan Horwitz, and Mooly Sagiv. 1995. Precise interprocedural dataflow analysis via graph reachability. POPL '95</li> <li>• Shmuel Sagiv, Thomas W. Reps, and Susan Horwitz. 1995. Precise Interprocedural Dataflow Analysis with Applications to Constant Propagation. TAPSOFT '95</li> <li>• Akash Lal, Thomas Reps, and Gogul Balakrishnan. 2005. Extended weighted pushdown systems. CAV 2005</li> <li>• Nomair A. Naeem, Ondrej Lhoták, and Jonathan Rodriguez. 2010. Practical extensions to the IFDS algorithm. CC 2010</li> <li>• Yannis Smaragdakis, Martin Bravenboer, and Ondrej Lhoták. 2011. Pick your contexts well: understanding object-sensitivity. POPL 2011</li> <li>• Eric Bodden. 2012. Inter-procedural data-flow analysis with IFDS/IDE and Soot. SOAP 2012</li> <li>• Rohan Padhye, Uday P. Khedker. Interprocedural Data Flow Analysis in Soot using Value Contexts. SOAP 2013</li> </ul>
----	---

Designing code analyses for large-scale software systems 2						
Designing code analyses for large-scale software systems 2						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4071	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05821 Designing code analyses for large-scale software systems 2	V3 Ü2	75	105	P	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 2:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Der vorherige Besuch der Veranstaltung DECA 1 wird dringend empfohlen. Ein gutes Verständnis von Java und/oder C++ und den Prinzipien objektorientierter Programmierung ist hilfreich.</p>
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 2:</i></p> <p>Statische Codeanalysen dienen dazu, automatisiert Fehler und Schwachstellen im Programmcode aufzufinden. Zu diesem Zwecke suchen sie nach bekannten Fehlermustern. In dieser Vorlesung wird erklärt, wie man solche Codeanalysen entwirft, die inter-prozedural sind, also das komplette Programm betrachten, über die Grenzen einzelner Prozeduren hinweg. Der Entwurf solcher Analysen gestaltet sich deshalb sehr schwierig, weil die Analysen oft Millionen von Programmstatements gleichermaßen präzise aber auch effizient verarbeiten müssen. Es werden außerdem Beispielsanalysen aus dem Bereich der IT-Sicherheit besprochen.</p> <p>Diese Lehrveranstaltung knüpft an an die Veranstaltung DECA 1. In DECA 2 werden vor allem neuartige Konzepte direkt aus der Forschung besprochen, beispielsweise sogenannte demand-driven analyses, welche sich durch eine präzisere und gleichzeitig effizientere Analyse auszeichnen, aber auch Pushdown-Systeme, die eine elegante Modellierung und ebenso schnelle Ausführung von Programmanalysen erlauben. Zu guter letzt erklären wir aktuelle Lösungsansätze zu praktischen Problemen in der statischen Analyse wie beispielsweise der Nutzung von Reflection und nativem Code.</p> <p><b>Behandelte Themen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Programmanalyse von Software-Produktlinien</li><li>• Modellierung von Call Stacks und Feldzugriffen mit Pushdown-Systemen</li><li>• Modellierung von weiterer Analyseinformationen mit Weighted Pushdown Systems</li><li>• Effizienz- und Präzisionsgewinne durch bedarfsgesteuerte Programmanalyse</li><li>• Synchronisierte Pushdown-Systeme im Boomerang-Framework</li><li>• Angewandte Android-Code-Analyse mit FlowDroid</li><li>• Behandlung von Reflexion mittels TamiFlex</li><li>• Hybride statische und dynamische Analyse mit Harvester</li><li>• Lernen von Quell-, Senken- und Sanitizer-Definitionen mit SWAN und SWAN Assist</li><li>• Erklärbare statische Analyse</li></ul> <p>Während der gesamten Veranstaltung werden Anwendungsbeispiele aus dem Gebiet der Softwaresicherheit diskutiert.</p>

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Durch den Besuch erlernen Studierende. . .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wichtige Designentscheidungen beim Entwurf automatisierter Codeanalysen richtig zu treffen</li> <li>• welche Algorithmen für Codeanalysen in welchen Anwendungssituationen am besten geeignet sind</li> <li>• wie man Codeanalysen für reale Probleme aus der IT-Sicherheit entwirft</li> <li>• wie man gängige Begriffliche wie Kontext-, Fluss-, Feld-, und Objekt-Sensitivität korrekt interpretiert</li> <li>• welche Limitierungen statische Codeanalysen aufweisen</li> <li>• welche gängige Codeanalysen für Sicherheitsschwachstellen (OWASP Top 10 etc.) existieren, und wie sich diese mit den vorgestellten Algorithmen umsetzen lassen.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Eric Bodden
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 2:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung und Gruppenübungen sowie Programmierübungen mittels realer, weltweit genutzter Frameworks für die statische Analyse (bspw. Soot, Phasar, FlowDroid) <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context-, Flow-, and Field-sensitive Data-flow Analysis Using Synchronized Pushdown Systems (Johannes Späth, Karim Ali, Eric Bodden), In Proceedings of the ACM SIGPLAN Symposium on Principles of Programming Languages, pages 48:1–48:29, 3(POPL), 2019.</li> <li>• FlowDroid: Precise Context, Flow, Field, Object-sensitive and Lifecycle-aware Taint Analysis for Android Apps (Steven Arzt, Siegfried Rasthofer, Christian Fritz, Eric Bodden, Alexandre Bartel, Jacques Klein, Yves Le Traon, Damien Ochteau, Patrick McDaniel), In Proceedings of the 35th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation, pages 259–269, PLDI '14, ACM, 2014.</li> <li>• Codebase-Adaptive Detection of Security-Relevant Methods (Goran Piskachev, Lisa Nguyen Quang Do, Eric Bodden), In ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA), 2019.</li> <li>• Taming Reflection: Aiding Static Analysis in the Presence of Reflection and Custom Class Loaders (Eric Bodden, Andreas Sewe, Jan Sinschek, Hela Oueslati, Mira Mezini), In ICSE '11: International Conference on Software Engineering, pages 241–250, ACM, 2011.</li> </ul>

Digitale Sprachsignalverarbeitung						
Digital Speech Signal Processing						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	de			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.048.24001 Digitale Sprachsignalverarbeitung	V2 Ü2	60	120	WP	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Digitale Sprachsignalverarbeitung:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Vorkenntnisse aus einem Modul der Höheren Mathematik sind hilfreich.</p>
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Digitale Sprachsignalverarbeitung:</i></p> <p>Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken und Theorien zur digitalen Sprachsignalverarbeitung ein. Schwerpunkt des ersten Teils der Vorlesung liegt im Themengebiet "Hören und Sprechen", welches sich mit psychologischen Effekten der Geräuschwahrnehmung und der Spracherzeugung beschäftigt. Anschließend werden zeitdiskrete Signale und Systeme, sowie deren rechnergestützte Verarbeitung besprochen. Die nichtparametrische Kurzzeitanalyse von Sprachsignalen, die Sprachcodierung und die IP-Telefonie sind weitere Themen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprechen und Hören</li> <li>• Spracherzeugung: menschliche Sprechorgane, Lautklassen, Quelle-Filter-Modell, Vocoder</li> <li>• Grundlagen Schallwellen</li> <li>• Hören: menschliches Hörorgan, Psychoakustik und Physiologie des Hörens, Lautheit, Verdeckung, Frequenzgruppen</li> <li>• Zeitdiskrete Signale und Systeme</li> <li>• Grundlagen: Elementare Signale, LTI-Systeme</li> <li>• Transformationen: Fouriertransformation zeitdiskreter Signale, DFT, FFT</li> <li>• Realisierung zeitdiskreter Filterung im Frequenzbereich: Overlap-Add, Overlap-Save</li> <li>• Statistische Sprachsignalanalyse</li> <li>• Grundlagen Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>• Kurzzeitanalyse von Sprachsignalen: Spektrogramm, Cepstrum</li> <li>• Schätzung von Sprachsignalen</li> <li>• Optimale Filterung</li> <li>• LPC-Analyse</li> <li>• Spektrale Filterung zur Rauschunterdrückung</li> <li>• Adaptive Filterung: LMS Adaptionsalgorithmus, Echokompensation</li> <li>• Sprachcodierung</li> <li>• Signalformcodierung, parametrische Codierung, hybride Codiervorfahren</li> <li>• Codierung im Frequenzbereich</li> <li>• Amplitudenquantisierung: gleichförmige Quantisierung, Quantisierung mit Kompression (ulaw, alaw)</li> </ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach Absolvieren des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Signale, speziell Audiosignale, im Zeit- und Frequenzbereich zu analysieren,</li> <li>• Sprachsignale effizient zu repräsentieren und</li> <li>• Weit verbreitete Algorithmen zur Sprachsignalanalyse und Verarbeitung im Frequenz- oder Zeitbereich zu implementieren.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.				
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>	keine		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>	keine		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>	Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>	keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>	Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digitale Sprachsignalverarbeitung:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit Tafelinsatz und Präsentationen,</li> <li>• Abwechselnde theoretische und praktische Präsenzübungen mit Übungsblättern und Rechnern und</li> <li>• Demonstrationen von echten Systemen in der Vorlesung</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher; Matlab Skripte</p>		

<b>Efficiency in Games</b>			
Efficiency in Games			
<b>Modulnummer:</b> M.079.4069	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a)	L.079.05822 Efficiency in Games	V3 Ü2	180	105	WP	25
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Efficiency in Games:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Analysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Kenntnisse der Spieltheorie sind keine Voraussetzung, aber wünschenswert. Was wirklich zählt, sind gute Fähigkeiten, mathematische Argumente zu verstehen.						

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Efficiency in Games:</i></p> <p>Der Kurs betrachtet mehrere Lösungskonzepte und Effizienzmaßnahmen in der Theorie des nicht-kooperativen Spiels und befasst sich mit den Techniken für die Grenzen der Effizienz von Lösungen in strategischen und umfangreichen Spielen zu beweisen. Wir betrachten verschiedene Techniken und wenden sie auf wichtige Spiele an.</p> <p><b>Themen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht-kooperative Spiele und Lösungskonzepte, Nash-Gleichgewichte - rein und gemischt, Soziale Wohlfahrt, Effizienz (Preise bei Anarchie und Stabilität (PoA, PoS)), Normativer Ansatz hier (eher als deskriptiv)</li><li>• Klassische Netzwerkbeispiele (Beispiel Routing Pigou, ein Netzwerkbildungsspiel mit harmonischem PoS, einfache Zeitplanung, Ressourcenzuweisung mit proportionaler Aufteilung). Effizienz als Leitlinie für MD.</li><li>• Routing-Spiele, Nicht-atomarisches egoistisches Routing, Pigou und Braess, Atomare selbstsüchtige Streckenführung, AAE, Methode der potentiellen Funktion, Existenz und Einzigartigkeit von Gleichgewichtsströmen</li><li>• PoA-Grenzen bei egoistischen Routing-Spielen, Reduzierung des PoA</li><li>• Spiele zur Netzwerkbildung, Das lokale Verbindungsspiel und sein PoA, Mögliche Spiele, Bounding PoS unter Verwendung der Potentialfunktionsmethode, Bewerbung: Globales Verbindungsspiel, Standort der Anlage und Versorgungsspiele</li><li>• Selbstsüchtiger Lastausgleich, eine GT-Variante der Minimierung der Spannweite (der maximalen Belastung), wobei die Agenten die Aufgaben sind. Die soziale Wohlfahrt ist makrokan, anstelle der utilitaristischen (Summe). Grenzen für reines und gemischtes PoA in verschiedenen Settings. Beste Reaktionsdynamik. Betrachten Sie schließlich Algorithmen zur Berechnung reiner Gleichgewichte.</li><li>• Skalierbare Ressourcenallokation. Mechanismen der Ressourcenallokation unter der Annahme privater Versorgungsunternehmen. Wir betrachten sowohl Nash- als auch Wettbewerbsgleichgewichte. Der Mechanismus sollte einen niedrigen PoA (effizient) haben und die Akteure sollten niedrigdimensionale Strategieräume haben.<ul style="list-style-type: none"><li>– Proportionaler Zuteilungsmechanismus.</li><li>– Reibungslose Markt-Clearing-Mechanismen.</li><li>– Erweiterung der Vickrey-Clarke-Groves (VCG), was einfache Strategien und einen einzigen Clearingpreis erfordert.</li></ul></li><li>• Korrelierte und grobkorrelierte Gleichgewichte, Robustes PoA und der Glattheitssatz von Tim Roughgarden, Bewerbungen</li><li>• Wiederholte Partien, Wiederholtes PD-Beispiel, Falk-Theoreme</li><li>• Effizienz im Hinblick auf andere Lösungskonzepte und Definitionen der Sozialfürsorge.</li><li>• Effizienz und Altruismus</li></ul>
---	--



### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Das Folgende zu definieren, zu verstehen und zu verwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-kooperative Spiele</li> <li>• Normale(strategische) Spiele</li> <li>• (Reine und gemischte) Nash-Gleichgewichte</li> <li>• Preise der Anarchie und Stabilität</li> <li>• Klassische Netzwerk-Beispiele</li> <li>• Routing-Spiele (atomar und nicht-atomar)</li> <li>• Methode der potentiellen Funktion</li> <li>• Spiele zur Netzwerkbildung</li> <li>• Das lokale Verbindungsspiel</li> <li>• Mögliche Spiele</li> <li>• Globales Verbindungsspiel</li> <li>• Standort der Anlage und Versorgungsspiele</li> <li>• Selbstsüchtiger Lastausgleich</li> <li>• Beste Reaktionsdynamik</li> <li>• Proportionaler Zuteilungsmechanismus</li> <li>• Reibungslose Markt-Clearing-Mechanismen</li> <li>• Vickrey-Clarke-Groves (VCG)</li> <li>• Korrelierte und grobkorrelierte Gleichgewichte</li> <li>• Robustes PoA und das Glattheitstheorem</li> <li>• Wiederholte Partien</li> <li>• Falk-Theoreme</li> <li>• Altruistische Spieler</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						

### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.				
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Efficiency in Games:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Motivation, Theorie, Anwendungen, Beispiele, Übungen <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Das notwendige Material besteht aus den Folien, Vorträgen, Tutorien und Hausaufgaben. Die zusätzliche Lektüre besteht aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmische Spieltheorie, herausgegeben von Noam Nisan, Tim Roughgarden, Eva Tardos und Vijay V. Vazirani</li> <li>• Ein Kurs in Spieltheorie von Martin J. Osborne und Ariel Rubinstein, 1994, neben der Definition von umfangreichen Formspielen</li> <li>• Eine Website, um ein tieferes Verständnis zu erlangen: <a href="https://plato.stanford.edu/">https://plato.stanford.edu/</a></li> <li>• Konkrete Themen von ihren Schöpfern: Begrenzung der Ineffizienz des Altruismus durch Social Contribution Games von Mona Rahn und Guido Schaefer, 2013 - über Effizienz und Altruismus</li> </ul>			

Foundations of Cryptography			
Foundations of Cryptography			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4020	180	6	Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05801 Foundations of Cryptography	V3 Ü2	75	105	P	25	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Foundations of Cryptography:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Basiskenntnisse in IT-Sicherheit und Kryptographie nützlich aber nicht notwendig, Grundkonzepte der Komplexitätstheorie und Wahrscheinlichkeitstheorie						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Foundations of Cryptography:</i> Wichtige Basiskonzepte moderner Kryptographie werden vorgestellt. Hierzu gehören Verschlüsselungsverfahren, digitale Signaturen, Identifikationsprotokolle und Mehrparteienberechnungen werden vorgestellt. In allen Fällen werden formale Sicherheitsdefinitionen vorgestellt und, ausgehend von mathematisch präzisen Annahmen, beweisbar sichere Konstruktionen entwickelt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung</li> <li>• Pseudozufallsfunktionen, Einweg-Funktionen, Permutationen mit Falltüren</li> <li>• Hashfunktionen und Authentifizierungscodes</li> <li>• Digitale Unterschriften, Einmal-Unterschriften und Zufallsorakel</li> <li>• Identifikationsprotokolle, <math>\Sigma</math>-Protokolle</li> <li>• Sichere Mehrparteienberechnungen</li> </ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende verstehen wesentliche Konzepte und Methoden moderner Kryptographie. Sie können für Sicherheitsprobleme geeignete kryptographische Techniken auswählen. Sie können Basistechniken der Kryptographie kombinieren und modifizieren, neue Sicherheitskonzepte definieren und die Sicherheit der Konstruktionen bezüglich dieser Definitionen beweisen. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
<p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>				
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
<p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>				
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>	Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>	Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>	keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>	Prof. Dr. Johannes Blömer		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Foundations of Cryptography:</i>  <b>Methodische Umsetzung</b>          Vorlesung mit Übungen, Lesegruppen  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oded Gorldreich, Foundations of Cryptography I,II,</li> <li>• Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to Modern Cryptography</li> <li>• Folien der Vorlesung</li> </ul>		

<b>Foundations of Knowledge Graphs</b>
Foundations of Knowledge Graphs

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b> M.079.4054	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05809 Foundations of Knowledge Graphs	V2 Ü3	75	105	WP	24
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Foundations of Knowledge Graphs:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Graphentheorie, Logik					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Foundations of Knowledge Graphs:</i> In dieser Lehrveranstaltung werden Verfahren zur Extraktion, Speicherung, Integration und Anwendung von Wissensgraphen vorgestellt. Wissensextraktionsverfahren für unstrukturierte Daten (insbesondere Verfahren zur Erkennung und Disambiguierung von Entitätsnamen sowie zur Extraktion von Relationen) bilden den Kern der Exktrationsverfahren. Triple Stores zur Speicherung von RDF bilden den darauf folgenden Schwerpunkt. Zeiteffizienten und akkuraten Verfahren der Wissensintegration und zur Vorhersage von Verknüpfungen folgen eine Reihe von Anwendungen basierend auf RDF Daten.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semantische Netzwerke</li> <li>• Property Graphen</li> <li>• RDF Graphen</li> <li>• Anfragesprachen (e.g., Cypher, SPARQL)</li> <li>• Wissensextraktion aus Text</li> <li>• Wissensextraktion aus semi-strukturierten Daten</li> <li>• Entdeckung von Verknüpfungen</li> <li>• Maschinelle Lernverfahren</li> <li>• Faktorisierung</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach Absolvieren des Moduls in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissensgraphen zu modellieren;</li> <li>• die formale Semantik von Modellierungssprachen zu beschreiben;</li> <li>• formale Ontologien zu erarbeiten und auf Konsistenz zu prüfen;</li> <li>• effiziente imperative und deskriptive Anfragen zu gestalten;</li> <li>• Wissensextraktionsmodelle zu trainieren und auszuführen.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Foundations of Knowledge Graphs:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>  Wöchentliche Vorlesungen (2 SWS) mit neuen Inhalten zu dedizierten Themen. Prämissen und Umsetzungen dieser Prämissen werden vorgestellt. 1 SWS Seminar mit Übungsaufgaben zu den formalen und praktischen Konzepten aus der Vorlesung. 2 SWS Mini-Projekt zu einer komplexeren Aufgabe aus dem Themengebiet.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>  Folien, Übungsaufgaben</p>
----	---

Game Theory						
Game Theory						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4066	180	6	Sommer- / Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05744 Game Theory	V3 Ü2	75	105	WP	25
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Game Theory:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Diese Lehrveranstaltung erfordert allgemeine mathematische Kenntnisse. Analysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Kombinatorik. Ein gutes Verständnis der Mathematik, Begriffe wie Definition und Beweis, grundlegende Mengenlehre, Linearität, notwendigen und hinreichenden Bedingungen, Charakterisierungen usw.					

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Game Theory:</i></p> <p>Der Kurs führt eine Person in die Theorie des nicht-kooperativen und kooperativen Spiels ein. Die Studierenden erhalten einen breiten Überblick über die Zweige der Spieltheorie, und tauchen anschließend in nicht-kooperative Lösungskonzepte und Effizienzmaßnahmen ein. Wir betrachten mehrere Modelle und wichtige Klassen solcher Spiele. Der zweite Teil des Kurses befasst sich mit kooperativen Lösungskonzepten und Klassen von Spielen.</p> <p><b>Themen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spieltheoretische Bereiche (nicht-kooperative, kooperative, MD (Auktionen, etc.), epistemische GT, evolutionäre GT, Logik in GT, etc.), Nutzentheorie (Von-Neumann Morgenstern) und Rationalitätsannahme, Normativer Ansatz hier (eher als deskriptiv), Nicht-kooperative Spieltheorie: Normalform-Spiele, Umfangreiche Spiele, Prägnante Darstellungen (Polymatrix-Spiele, grafische Spiele usw.), (Un)vollständige und (un)perfekte Informationsannahmen, (Un)endliche Spiele</li> <li>• Normale (= strategische) Formspiele: (Reines) Nash-Gleichgewicht, Beispiele (auch für Nicht-Existenz), Effizienz (Preise bei Anarchie und Stabilität (PoA, PoS)), Stark/schwach dominierende Strategien, Beispiel für Auktionen (1. und 2. Preis), Stark/schwach dominierte Strategien, Eliminierung (ordnungsabhängig für Schwache und unabhängig für Starke), Der Einfluss der Eliminierung auf NE</li> <li>• (Genaue) potentielle Spiele, Äquivalenz zu Stauspielen</li> <li>• Nullsummen-Spiele, (Maxmin, Minmax, Wert, Austauschbarkeit von NE-Strategien)</li> <li>• Gemischte Verlängerung, Gemischt NE, (Endliche Existenz)</li> <li>• Eigenschaften von gemischtem NE, allgemein (gemischte Dominanz), symmetrische Spiele, Konstante-Summe, Potential Gemischtes NE finden (allgemeine Alg. und Beispiele), Rationalisierbarkeit</li> <li>• Soziale Wohlfahrt, Preise der Anarchie und Stabilität, Beispiele (Koordination, Streckenführung, etc.)</li> <li>• Korreliertes und grobkorreliertes Gleichgewicht, Starkes Nash-Gleichgewicht, Evolutionäres Gleichgewicht und evolutionäre Spiele</li> <li>• Umfangreiche Spiele, Eine erfolgreiche Strategie und Nachweistechniken, Zermelo-Algorithmus, Beispiele: Schach, Dame, Mampf</li> <li>• SPE, Existenz</li> <li>• (Un)endlich wiederholte Spiele (Gefangenendilemma usw.), Falk-Theoreme</li> <li>• Kooperative Spiele: Nicht übertragbarer und übertragbarer Nutzen, Allgemeine Eigenschaften, Übertragbarer Nutzen: Einfache Spiele</li> <li>• Kern, Bondareva-Shapley-Charakterisierungstheorem</li> <li>• Der Shapley-Wert und seine axiomatische Charakterisierung</li> </ul>
---	---



### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Das Folgende zu definieren, zu verstehen und zu verwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Bereiche von GT</li> <li>• Nicht-kooperative Spiele</li> <li>• Normale(strategische) Spiele</li> <li>• Nash-Gleichgewichte, dominante Strategien</li> <li>• Preise der Anarchie und Stabilität</li> <li>• Mögliche Spiele</li> <li>• Stauspiele</li> <li>• Spiele mit konstanter Summe</li> <li>• Gemischter NE, Existenz und Finden dieser Gleichgewichte</li> <li>• Rationalisierbarkeit</li> <li>• Grenzen der Effizienz</li> <li>• Korrelierte und grobkorrelierte NE</li> <li>• Starker NE</li> <li>• Evolutionäre stabile Strategie</li> <li>• Umfangreiche Spiele</li> <li>• Gewinnstrategie</li> <li>• Zermelo-Algorithmus</li> <li>• Teilspiel perfektes Gleichgewicht</li> <li>• Wiederholte Spiele und Falk-Sätze</li> <li>• Kooperative Spiele</li> <li>• Übertragbarer Nutzen</li> <li>• Einfache Spiele</li> <li>• Kern</li> <li>• Bondareva-Shapley-Satz</li> <li>• Der Shapley-Wert und seine axiomatische Charakterisierung</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #e0e0e0;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						

### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>		
Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>		
Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>		
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>		
keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>		
Jun.-Prof. Dr. Gleb Polevoy			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>		
<i>Hinweise der Lehrveranstaltung Game Theory:</i>			
<b>Methodische Umsetzung</b>			
Motivation, Theorie, Anwendungen, Beispiele, Übungen			
<b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>			
Das notwendige Material besteht aus den Folien, Vorträgen, Tutorien und Hausaufgaben. Die zusätzliche Lektüre besteht aus:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Kurs in Spieltheorie von Martin J. Osborne und Ariel Rubinstein, 1994, neben der Definition von umfangreichen Formspielen</li> <li>• Spieltheorie von Michael Maschler, Eilon Solan und Shmuel Zamir, 2013</li> <li>• Eine Einführung in die Spieltheorie von Martin J. Osborne, 2004, neben der Definition von umfangreichen Formspielen</li> <li>• Spieltheorie: Ein mehrstufiger Ansatz von Hans Peters, 2008</li> <li>• Spieltheorie und Mechanismus-Entwurf von Y. Narahari, 2014</li> <li>• Algorithmische Spieltheorie, herausgegeben von Noam Nisan, Tim Roughgarden, Eva Tardos und Vijay V. Vazirani</li> <li>• Eine Website, um ein tieferes Verständnis zu erlangen: <a href="https://plato.stanford.edu/">https://plato.stanford.edu/</a></li> </ul>			
Konkrete Themen von ihren Schöpfern:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht-kooperative Spiele von John F. Nash, 1951 - über das gemischte Nash-Gleichgewicht</li> <li>• Potential Games von Dov Monderer und Lloyd S. Shapley, 1994 - über potentielle Spiele</li> </ul>			

#### High-Performance Computing

High-Performance Computing

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b> M.079.4024	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05823 High-Performance Computing	V2 Ü3	75	105	WP	40
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung High-Performance Computing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierkenntnisse in C/C++</li> <li>• Rechnerarchitektur (insbesondere Caches, Multi-Core Prozessoren), z.B. aus der Vorlesung Advanced Computer Architecture</li> <li>• Praktische Erfahrungen in der Nutzung und Programmierung von Linux Systemen</li> <li>• Selbst-Assessment Test</li> </ul>					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung High-Performance Computing:</i> Die Veranstaltung vermittelt Grundlagen des Hochleistungsrechnen (High-Performance Computing) mit einem Schwerpunkt auf der Programmierung von parallelen Rechnersystemen und neuartiger Hardwarebeschleuniger. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in High-Performance Computing</li> <li>• Modelle und Programmiermuster für paralleles Rechnen</li> <li>• Programmiersprachen und Bibliotheken für HPC</li> <li>• Performanceanalyse, Optimierung und Debugging</li> <li>• Heterogenes Rechnen mit Hardwarebeschleunigern</li> <li>• Fallstudien</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle und Programmiermuster für HPC zu benennen und die passenden Muster für eine gegebenen Anwendung zu identifizieren,</li> <li>• die Grundkonstrukte der gängigen HPC Bibliotheken, insbesondere MPI, OpenMP und OpenCL, anzugeben und anzuwenden,</li> <li>• die Performance von Anwendungen durch Verwendung von Profilingwerkzeugen zu analysieren und systematisch passende Optimierungsstrategien abzuleiten,</li> <li>• die gelernten Konzepte und Verfahren auf existierende Anwendungen anzuwenden und diese zu parallelisieren und optimieren.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Christian Plessl</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung High-Performance Computing:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Interaktive Übungen im Hörsaal</li> <li>• Praktische Programmierprojekte auf Parallelrechnersystemen in Kleingruppen</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien</li> <li>• Übungsblätter</li> <li>• Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Programmierprojekte</li> </ul>
----	---

Information Retrieval						
Information Retrieval						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4058	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) Information Retrieval	V2 Ü3	75	105	WP	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Information Retrieval:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Boolesche Algebra, Vektorräume, Wahrscheinlichkeitstheorie					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Information Retrieval:</i> Ziel der Vorlesung sind die Grundlagen von Suchmaschinen. Wir untersuchen grundlegende Modelle für Suche (Boolesche Modelle, Vektorräume, Wahrscheinlichkeiten) wie auch die entsprechenden Ansätze, die benötigt werden, um Suchresultate effizient zu verarbeiten (Clustering, Klassifikation).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boolesches Modell</li> <li>• Indexing</li> <li>• Vektorräume und darauf aufbauende Modelle</li> <li>• Probabilistische Modelle</li> <li>• Klassifikation und clustering</li> <li>• PageRank-Algorithmus</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Nach dem Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über folgende Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie verstehen die Grundlagen von Suchmaschinen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Repräsentationsmechanismen für Dokumente und Texte anzugeben, zu beschreiben, zu vergleichen.</li> <li>• Sie können ein geeignetes Modell (Bool'sches Modell, Vektorraummodell, probabilistisches Modell) für ein Suchproblem auswählen oder Mischformen entwickeln.</li> <li>• Sie können die Effizienz der entstehenden Verfahren abschätzen.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						

### 3 Wahlpflichtmodule

8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung</p>
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine</p>
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo</p>
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Information Retrieval:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Wöchentliche Vorlesungen (2 SWS) mit neuen Inhalten zu dedizierten Themen behandeln. Zusätzlich zu formalen Betrachtungen werden Anwendungen und Einschränkungen der vorgestellten Sprachen und Methoden diskutiert. Die Übungsaufgaben (1SWS) sind sowohl theorie- als auch praxisorientiert and geben den Lernenden die Möglichkeit zu überprüfen, ob sie die vermittelten Inhalten verstanden haben. Im Rahmen des Mini-Projekts (2SWS) wird eine praktische Aufgabe mit Hilfe von Methoden des Information Retrievals gelöst. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Folien und Hausaufgaben</p>

Introduction to Quantum Computation							
Introduction to Quantum Computation							
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05807 Introduction to Quantum Computation	V3 Ü2	75	105	P	40	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Introduction to Quantum Computation:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Lineare Algebra, Algorithmen</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Introduction to Quantum Computation:</i> In dieser Vorlesung werden die Grundlagen von Quanteninformatik und Quanteninformation vorgestellt. Das umfasst eine Einführung in Quantenmechanik, Quantenverschränkung, Quantenalgorithmen, Quantenfehlerkorrektur und Quanteninformation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik</li> <li>• Quantenverschränkung</li> <li>• Quantenalgorithmen</li> <li>• Quantenfehlerkorrektur</li> <li>• Quanteninformation</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Postulate von Quantenmechanik beschreiben und benutzen,</li> <li>• die Benutzung von Quantenverschränkung als eine Quelle verstehen,</li> <li>• grundlegenden Quantenalgorithmen entwickeln und analysieren</li> <li>• Quantenfehlerkorrektur benutzen,</li> <li>• grundlegender Quanteninformationskonzepten, wie Entropie, verstehen und benutzen,</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">120-180 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						



### 3 Wahlpflichtmodule

8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Jun. Prof. Dr. Sevag Gharibian
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Introduction to Quantum Computation:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Eine Mischung aus Folien und Tafelanschrieb. Alle wichtigen Konzepte und Techniken werden in Übungen anhand von Beispielen weiter vertieft. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press</li> <li>• Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben</li> </ul>

Kontextuelle Informatik						
Contextual Informatics						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4027	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	de			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05727 Kontextuelle Informatik	V2 Ü3	75	105	WP	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Kontextuelle Informatik:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gute Allgemeinbildung</li><li>• Fähigkeit, längere und komplexe Texte aus der Informatik und den Geisteswissenschaften zu lesen und zu analysieren</li></ul>
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Kontextuelle Informatik:</i></p> <p>Informatiker entwickeln auf Zeichen basierende Produkte (Programme, Spezifikationen, Dokumentationen etc.), die einen spezifischen Gegenstandsbereich modellieren. Bei der Entwicklung solcher Produkte stellen sich vielfältige Fragen: Wie können die zu verarbeitenden Daten sowie die umzusetzenden Prozesse angemessen modelliert werden? Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Möglichkeit, Systeme interaktiv zu gestalten? Welche Rolle wird beim Einsatz der Software den Benutzern, welche der Software zuteil? Welche Rahmenbedingungen des Einsatzkontexts sind dabei zu beachten?</p> <p>Die Veranstaltung erörtert die im weiteren Verlauf relevanten Grundbegriffe der Informatik mit besonderem Augenmerk auf die Unterscheidung zwischen technischen Konzepten und der Nutzungssphäre. Vor diesem Hintergrund werden Theorien interaktiver Systeme betrachtet, um insbesondere die Rolle digitaler Medien für geistige Prozesse untersuchen. Bei der Entwicklung von Informatiksystemen müssen die relevanten Daten und Prozesse bis zu einem gewissen Grad antizipiert und als formales System beschrieben werden. Dies wirft Fragen auf, unter welchen Bedingungen eine solche formale Beschreibung adäquat erfolgen kann und welche Konsequenzen sich daraus in Bezug auf die Zuverlässigkeit und den verantwortbaren Einsatz von Informatiksystemen ergeben.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundbegriffe der Informatik</li><li>• Digitale Medien und geistige Prozesse</li><li>• Ersetzungs- und Unterstützungsparadigmen</li><li>• Modellierung und Formalisierung von Daten und Prozessen</li><li>• Rechtliche und ethische Fragestellungen</li></ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden lernen, theoriegeleitet die Bedeutung von interaktiven Systemen zu untersuchen. Sie verstehen, technische und nicht-technische Problemstellungen zu differenzieren und adäquat aufeinander zu beziehen. Des Weiteren werden sie in die Lage versetzt, aktuelle technologische Entwicklungen zu bewerten und zu vergleichen sowie Innovationspotenziale im Bereich digitaler Medien abschätzen zu können.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gesellschaftliche und ethische Urteilsfähigkeit</li><li>• Haltung und Einstellung</li><li>• Medienkompetenz</li><li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)         </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Dr. Harald Selke</p>								
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Kontextuelle Informatik:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Die Vorlesung folgt einem Flipped-Classroom-Konzept, bei dem die Studierenden auf der Basis der Lektüre wissenschaftlicher Literatur Themengebiete kennenlernen und in den Übungen in Kurzreferaten vorstellen. Aufbauend darauf vermittelt dann die Vorlesung Zusammenhänge zwischen der in den Übungen behandelten Literatur und ergänzt diese um weitere Facetten.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesungsfolien</li> <li>Wardrip-Fruin, N.; Montfort, N. (eds.): The New Media Reader. Cambridge, Ma.: MIT Press, 2003.</li> <li>Begleitende wissenschaftliche Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt.</li> </ul>								

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Logic Programming for Artificial Intelligence</b>						
Logic Programming for Artificial Intelligence						
<b>Modulnummer:</b> M.079.4031	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommer- / Wintersemester			
<b>Studiensemester:</b>		<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05808 Logic Programming for Artificial Intelligence	V3 Ü2	75	105	WP	40/20
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Logic Programming for Artificial Intelligence:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Studenten sollten Vorkenntnisse in der Programmierung haben, wie sie in den Lehrveranstaltungen "Programmierung" und "Programmiersprachen" angeboten werden, sowie Kenntnisse in Datenbank-Anfragesprachen wie sie in der Lehrveranstaltung "Datenbanksysteme" angeboten werden.					
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Logic Programming for Artificial Intelligence:</i> Diese Lehrveranstaltung betrachtet verschiedene Konzepte und Techniken der Informatik, der Künstlichen Intelligenz and der Computerlinguistik aus einer anderen Perspektive, aus der Perspektive der Logikprogrammierung. Logikprogrammierung im Allgemeinen und die Programmiersprache Prolog im Besonderen erlauben es, viele Konzepte deklarativ in Logik zu beschreiben und gleichzeitig durch einen Interpreter zu testen und auszuführen. Dies eignet sich besonders für die Lösung von Puzzle- und Quiz-Aufgaben, aber auch für selbst definierte und Domänenspezifische Sprachen.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Logikprogrammierung am Beispiel der Programmiersprache Prolog</li> <li>• Constraint-Lösungssysteme, Puzzles, und Theorem-Beweiser</li> <li>• Interpreter für Termersetzungssysteme</li> <li>• Parsen von Programmen, XML-Daten und natürlicher Sprache</li> <li>• Semantik-Konstruktion, Frage-Antwort-Systeme und Text-Übersetzung</li> <li>• Meta-Interpreter, Domänen-spezifische Sprachen und Programmieren in "natürlicher Sprache"</li> <li>• Feature-Term-Unifikation und Anwendungen in Computerlinguistik und E-Commerce</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studenten lernen Faktenwissen über</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Transformation von Wissen, das als Fakten und Regeln gegeben ist, in ausführbare Programme</li> <li>• die Programmierung in Logik und in selbst entworfenen Sprachen</li> </ul> <p>Methodisches Wissen, unter anderem die Fähigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domänen-spezifische Sprachen zu definieren</li> <li>• Interpreter für Domänen-spezifische Sprachen zu implementieren</li> <li>• kleine Frage-Antwort-Systeme zu implementieren</li> <li>• Software zu entwickeln für Theorembeweiser, Constraint-Solver und zur Lösung von Puzzles</li> </ul> <p>Transfer-Wissen, u.a. die Fähigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Methoden auf neue Probleme, Kalküle und Wissensrepräsentationsformate zu übertragen</li> <li>• das Wissen über Parsing und Semantik-Konstruktion auf Domänen-spezifische Sprachen zu übertragen</li> </ul> <p>Normatives Wissen, unter anderem die Fähigkeit folgendes zu bewerten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Eignung und die Grenzen verschiedener Daten- und Wissensrepräsentationsformate für verschiedene Aufgaben</li> <li>• die Eignung verschiedener Programmier-Paradigmen für verschiedene Projekte</li> <li>• den Aufwand und die Machbarkeit von Projekten mit dem Ziel natürliche Sprache zu verstehen</li> <li>• den Aufwand und die Machbarkeit von Projekten mit dem Ziel natürliche Sprache zu übersetzen</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						

### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>		
Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>		
Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>		
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>		
keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>		
Prof. Dr. Stefan Böttcher			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>		
<i>Hinweise der Lehrveranstaltung Logic Programming for Artificial Intelligence:</i>			
<b>Methodische Umsetzung</b>			
Theoretische Konzepte werden in der Vorlesung erläutert und in den Tutorien in kleinen Gruppen vertieft. Tutorien werden als praktische Übungen am Computer durchgeführt.			
<b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ivan Bratko: Prolog Programming for Artificial Intelligence. Pearson Education, Newest Edition.</li> <li>• Hinweise auf weiteres Material werden in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</li> </ul>			

<b>Machine Learning I</b>			
Machine Learning I			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4032	180	6	Sommer- / Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05717 Machine Learning I	V3 Ü2	75	105	WP	60/20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Machine Learning I:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundlagen in Mathematik (lineare Algebra, Statistik), Programmierung und Algorithmen.						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Machine Learning I:</i> Aufgrund der stetig wachsenden Menge an Daten, die in unserer Informationsgesellschaft systematisch produziert wird, hat das Maschinelle Lernen in den letzten Jahren mehr und mehr an Bedeutung gewonnen, nicht nur als wissenschaftliche Disziplin sondern auch als Schlüsseltechnologie für moderne Software und intelligente Systeme. Diese Vorlesung gibt eine Einführung in das Maschinelle Lernen, wobei der Fokus auf dem überwachten Lernen für Klassifikation und Regression liegt. Theoretische Grundlagen der Generalisierung werden ebenso behandelt wie praktische Aspekte und konkrete Lernalgorithmen.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• The Learning Problem</li> <li>• Training versus Testing</li> <li>• The Linear Model</li> <li>• Non-Linear Methods</li> <li>• Overfitting</li> </ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden verstehen die statistischen Grundlagen der Generalisierung, d.h. der Induktion von Modellen aus Daten, sowie praktischen Ansätzen zur Modellvalidierung. Sie können grundlegende Methoden und Algorithmen des überwachten Lernens auf Klassifikations- und Regressionsprobleme anwenden. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
<p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>				
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>	keine		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>	keine		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>	Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>	Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>	keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>	Prof. Dr. Eyke Hüllermeier		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Machine Learning I:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>          Theoretische Grundlagen und Konzepte des Maschinellen Lernens werden im Rahmen einer Vorlesung eingeführt und anschließend in praktischen Übungen in Kleingruppen sowie in Heimübungen vertieft ergänzt.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Y.S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismael, H.T. Lin. Learning from Data, AMLBook, 2012.</li> <li>• P. Flach. Machine Learning, Cambridge Univ. Press, 2012.</li> <li>• E. Alpaydin. Machine Learning, Oldenbourg, 2008.</li> <li>• C.M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.</li> </ul>		

<b>Machine Learning II</b>			
Machine Learning II			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4033	180	6	Sommer- / Wintersemester



### 3 Wahlpflichtmodule

	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05810 Machine Learning II	V3 Ü2	75	105	WP	20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Machine Learning II:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Grundlegende Kenntnisse in Maschinellern (z.B. vermittelt durch die Machine Learning I Vorlesung).					
4	<b>Inhalte:</b>					
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Machine Learning II:</i>					
	Aufbauend auf einer grundlegenden Einführung in das maschinelle Lernen, wie beispielsweise vermittelt durch die Veranstaltung Machine Learning I, werden in dieser Vorlesung fortgeschrittene Themen in diesem Gebiet behandelt (reinforcement learning, online learning and bandit algorithms, multi-task learning, multi-target and structured output prediction, preference learning, learning from weak supervision, and uncertainty in machine learning). Obwohl die Vorlesung im Wesentlichen methodisch und algorithmisch ausgerichtet ist, werden auch theoretische und anwendungsorientierte Aspekte behandelt.					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• From binary to multi-class classification</li> <li>• Ordinal and hierarchical classification</li> <li>• Ensemble methods</li> <li>• Nonlinear models and kernel machines</li> <li>• Multi-target prediction</li> <li>• Semi-supervised learning</li> <li>• Active learning</li> <li>• Online learning</li> <li>• Multi-armed bandits</li> <li>• Reinforcement learning</li> <li>• Preference learning and ranking</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden haben einen Überblick über Methoden zur Klassifikation mit mehr als zwei Klassen, dem Lernen nichtlinearer Modelle, sowie Erweiterungen des einfachen Szenarios des überwachten Lernens. Sie verstehen algorithmische Konzepte entsprechender Lernverfahren und können diese Verfahren auf praktische Probleme anwenden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">zu</th> <th style="text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine</p>								
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Eyke Hüllermeier</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Machine Learning II:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Theoretische Grundlagen und Konzepte des Maschinellen Lernens werden im Rahmen einer Vorlesung eingeführt und anschließend in praktischen Übungen in Kleingruppen sowie in Heimübungen vertieft ergänzt.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Y.S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismael, H.T. Lin. Learning from Data, AMLBook, 2012.</li> <li>• P. Flach. Machine Learning, Cambridge Univ. Press, 2012.</li> <li>• E. Alpaydin. Machine Learning, Oldenbourg, 2008.</li> <li>• C.M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.</li> </ul>
----	--

Mobile Communication						
Mobile Communication						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4035	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05802 Mobile Communication	V3 Ü2	75	105	WP	20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Mobile Communication:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Grundkenntnisse in Rechnernetze (z.B. durch die Bachelor-Vorlesung Rechnernetze).					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Mobile Communication:</i>          Die Veranstaltung behandelt grundlegende Techniken für die Mobilkommunikation (z.B. drahtlose Kanalmodelle) und Techniken (z.B. Spreizbandkommunikation), wesentliche Protokollmechanismen (z.B. Medienzugriff), Systeme der Mobilkommunikation sowie MobileIP. Neben technologischen und konzeptionellen Aspekten werden auch Verfahren und Methoden zur Leistungsbewertung besprochen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Kanalmodelle, Schwundkanal, Rayleigh-Kanal, Modulation, OFDM, Spreizbandverfahren</li> <li>• Medienzugriff: Aloha in Rayleigh-Kanal, CSMA, hidden Terminal, RTS/CTS, busy tone</li> <li>• Zellulare Systeme: GSM, UMTS, LTE, Fokus auf Systemarchitektur</li> <li>• Wireless LAN Systeme: IEEE 802.11, Medienzugriff, Leistungskontrolle, Leistungsanalyse nach Bianchi</li> <li>• Mobilität in Festnetzen: Mobile IP und verwandte Ansätze</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Teilnehmer kennen die Herausforderungen und Probleme beim Entwurf und Betrieb von Mobilkommunikationssystemen. Sie können zwischen physikalischen und entwurfsbedingten Problemstellungen differenzieren und geeignete Protokollmuster auswählen bzw. neue Protokolle konstruieren. Sie sind in der Lage, Mechanismen unterschiedlicher Architekturebenen auszuwählen, in eine sinnvolle Gesamtarchitektur zu integrieren und diese Auswahl zu begründen. Sie sind in der Lage, Protokollmechanismen quantitativ zu evaluieren (was auch fachübergreifend einsetzbar ist).</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						

### 3 Wahlpflichtmodule

8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Florian Klingler
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Mobile Communication:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Folien und Tafelanschrieb; begleitende Übungen u.a. mit Programmieraufgaben zu einfachen Simulationen drahtloser Systeme. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Foliensatz; einzelne Kapitel div. Standardlehrbücher: J. Schiller, Mobile Communication, Addison Wesley, 2nd edition; D. Tse und P. Viswanath, Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge University Press, 2005.

Model-Based Systems Engineering			
Model-Based Systems Engineering			
<b>Modulnummer:</b> M.079.4062	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> de
1	<b>Modulstruktur</b>		
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>
	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05815 Model-Based Systems Engineering	V3 Ü2	75
		105	WP
			??
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine		

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Model-Based Systems Engineering:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundlagen des Systems Engineerings
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Model-Based Systems Engineering:</i> Ziel der Vorlesung ist ein umfassendes Verständnis des Model-Based Systems Engineerings (MBSE) und seiner Bestandteile. Den Studierenden werden die wesentlichen Themengebiete des MBSE vermittelt. Hierzu gehören Grundlagen inkl. der Sprachen, Methoden und IT-Werkzeuge, die auch praktisch erprobt werden. Der Nutzen des MBSE (ein Systemverständnis bei allen beteiligten Akteuren, eine Basis für die Kommunikation und Kooperation verschiedener Fachdisziplinen aber auch Funktionsbereiche, ...) wird den Studierenden vermittelt. Ferner werden wesentliche Analysemethoden für den Test von Systementwürfen behandelt. Im Fokus stehen multidisziplinäre, software-intensive Systeme aus den Branchen Maschinen- und Anlagenbau sowie Automotive. <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen des MBSE</li><li>• SysML für multidisziplinäre Systeme</li><li>• CONSENS</li><li>• weitere MBSE-Ansätze</li><li>• Design Patterns</li><li>• MBSE-Tools</li><li>• Analysemethoden auf Basis des Systemmodells</li></ul>
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> <b>Lernergebnisse</b> Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Modellbasiert zu arbeiten</li><li>• Systemdenken anzuwenden</li><li>• Systemarchitekturen zu erstellen &amp; Anforderungen abzuleiten</li></ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selbststeuerungskompetenz</li><li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li><li>• Lernkompetenz</li><li>• Lernmotivation</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> keine		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> keine		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu		

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Model-Based Systems Engineering:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Das Modul besteht aus drei Teilen 1. Vorlesung mit Folien (Lecture): Grundlagen und Konzepte werden in der Vorlesung erklärt und anhand von Beispielen veranschaulicht. 2. Übungen (Tutorial): In der Übung erfolgt ein Wissenstransfer und Anwendung der Konzepte. Die Übungen sind in Eigenarbeit vorzubereiten. 3. Praktikum (Labs): Im Praktikum erfolgt die Anwendung des Gelernten in Gruppenarbeit.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Friedenthal, S.; Moore, A.; Steiner, R.: A Practical Guide to SysML. The Systems Modeling Language. Morgan Kaufmann, Waltham, 2. Auflage, 2012</li> <li>• Gausemeier, J.; Rammig, J.; Schäfer, W. (Eds.): Design Methodology for Intelligent Technical Systems. Develop Intelligent Technical Systems of the Future. Springer-Verlag, 2014</li> <li>• Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Steffen, D.; Czaja, A.; Wiederkehr, O.; Tschirner, C.: Systems Engineering in industrial practice. Heinz Nixdorf Institute, University</li> <li>• Haberfellner, R., L., D. W. O., Fricke, E., &amp; Voössnersiegfried. (2019). Systems engineering: fundamentals and applications. Cham: Springer International Publishing</li> <li>• IncoSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities (2015)</li> <li>• Weilkiens, Tim: Systems Engineering with SysML/UML: Modeling, Analysis, Design (The MK/OMG Press) (English Edition)</li> <li>• Dumitrescu, R.; Albers, A.; Riedel, O.; Stark, R.; Gausemeier, J. (Hrsg.): Engineering in Deutschland – Status quo in Wirtschaft und Wissenschaft, Ein Beitrag zum Advanced Systems Engineering, Paderborn, 2021 – English Version: <a href="http://www.advanced-systems-engineering.de">www.advanced-systems-engineering.de</a></li> </ul>
----	--

Networked Embedded Systems							
Networked Embedded Systems							
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>				
M.079.4039	180	6	Wintersemester				
<b>Studiensemester:</b>		<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>				
		1	en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
a)	L.079.05738 Networked Embedded Systems	V3 Ü2	75	105	WP	60/20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
keine							



### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Networked Embedded Systems:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Systemsoftware und systemnahe Programmierung</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Networked Embedded Systems:</i> Ziel des Kurses ist es, vertiefte Einblicke in den Entwurf und die Programmierung eingebetteter Systeme zu erlangen. Der Fokus liegt klar auf der Anwendungsdomäne Sensornetze. Daher werden fundamentale Grundlagen von Sensornetzen untersucht und im Rahmen der Übungen vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf, Architektur und Programmierung eingebetteter Systeme</li> <li>• Grundlagen und Anwendungen von Sensornetzen</li> <li>• Grundlagen drahtloser Kommunikation</li> <li>• Medienzugriff</li> <li>• Routing</li> <li>• Kooperation und Clustering</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Ziel ist es, grundlegende Konzepte vernetzter eingebetteter Systeme zu verstehen. Die Studierenden sind in der Lage, diese Konzepte anzuwenden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Florian Klingler
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Networked Embedded Systems:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit praktischen Übungen <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Folien, Lehrbücher, Papiere

Optimierungsverfahren für das maschinelle Lernen			
Optimization methods for machine learning			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4085	180	6	Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en
1	<b>Modulstruktur</b>		
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>
	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05806 Optimierungsverfahren für das maschinelle Lernen	V3 Ü2	75
		105	WP
			50
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>		
	keine		
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>		
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Optimierungsverfahren für das maschinelle Lernen:</i> keine		

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Optimierungsverfahren für das maschinelle Lernen:</i> Maschinelle Lernverfahren kommen mittlerweile in zahllosen Anwendungen aus verschiedensten Disziplinen zum Einsatz. Der Kern des maschinellen Lernens ist die <i>automatisierte Identifikation und Ausnutzung von Mustern</i> in Datensätzen. Im <i>überwachten Lernen</i> wird ein Verfahren anhand von Beispielen derart parametrisiert, dass es im Anschluss auf bisher unbekanntem Daten angewendet werden kann (z. B. zur Identifikation von Objekten in Bildern), dass es also <i>generalisiert</i>. Die Bestimmung dieser Parameter erfolgt im überwachten Lernen in aller Regel über das Lösen eines <i>Optimierungsproblems</i>: Bestimme die Parameter derart, dass der Fehler auf dem <i>Trainingsdatensatz</i> minimal wird. Wie dieses Optimierungsproblem ausgestaltet ist, hängt maßgeblich vom zugrunde liegenden Lernverfahren sowie den Trainingsdaten ab. In dieser Veranstaltung werden die Grundlagen für das Training maschineller Lernverfahren ausführlich behandelt. Die behandelten Themenblöcke sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Regressionsverfahren</li><li>• Nichtlineare Optimierungsverfahren</li><li>• Das Training tiefer neuronaler Netze</li><li>• Stochastische Gradientenverfahren</li><li>• Mehrzieloptimierungsansätze im maschinellen Lernen</li></ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studenten lernen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Faktenwissen über<ul style="list-style-type: none"><li>– die Grundlagen verschiedener mathematischer Optimierungsverfahren</li><li>– die Besonderheiten über den Einsatz von Optimierungsmethoden für den Spezialfall des maschinellen Lernens</li><li>– die notwendigen Teilschritte für das Training neuronaler Netze</li><li>– die Grenzen des Trainings maschineller Lernverfahren</li></ul></li><li>• Methodisches Wissen über<ul style="list-style-type: none"><li>– die Konfiguration und Implementierung sowie das Training neuronaler Netze</li><li>– die Berücksichtigung großer Trainingsdatensätze</li></ul></li><li>• Transfer-Wissen, u.a. die Fähigkeit<ul style="list-style-type: none"><li>– die Methoden auf neue Lernverfahren und Architekturen zu übertragen</li><li>– ein auf die vorhandenen Daten geeignetes bzw. passendes Lernverfahren auszuwählen</li></ul></li><li>• Normatives Wissen, unter anderem die Fähigkeit folgendes zu bewerten:<ul style="list-style-type: none"><li>– die Eignung bestimmter Verfahren hinsichtlich der verfügbaren Datenmenge, der Systemkomplexität, etc.</li><li>– die Grenzen bzw. Verlässlichkeit maschineller Lernverfahren</li></ul></li></ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lernkompetenz</li><li>• Lernmotivation</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Programmieraufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung bzw. qualifizierte Teilnahme konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Sebastian Peitz		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Optimierungsverfahren für das maschinelle Lernen:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Theoretische Konzepte werden in der Vorlesung erläutert und in den Tutorien mit Übungen und Programmieraufgaben vertieft. Tutorien werden sowohl in Eigenarbeit als auch mittels gemeinsamer Diskussionen durchgeführt. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.</li> <li>• Jerome H. Friedman, Robert Tibshirani, Trevor Hastie. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2009.</li> <li>• Jorge Nocedal, Stephen J. Wright. Numerical Optimization. Springer, 2006.</li> </ul>		

### 3 Wahlpflichtmodule

Planning and Heuristic Search							
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>				
M.079.4040	180	6	Wintersemester				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>				
		1	en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
a)	L.079.05739 Planning and Heuristic Search	V3 Ü2	75	105	WP	40/20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
	keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>						
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Planning and Heuristic Search:</i>						
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>						
	Grundlagen symbolischer Modellierung: Funktionen, Relationen, logische Formeln; Design und Analyse von Algorithmen; Grundlagen zur Komplexitätstheorie: Komplexitätsklassen, Reduzierbarkeit, Vollständigkeit.						
4	<b>Inhalte:</b>						
	<i>Inhalte der Lehrveranstaltung Planning and Heuristic Search:</i>						
	Die Veranstaltung Planen und Heuristische Suche stellt zwei Ansätze zum Lösen wissensintensiver Aufgaben vor. Im Bereich Planen werden Repräsentationen von Aufgabenstellungen als Planungsproblem in Zustandsräumen oder Planräumen vorgestellt und passende Verfahren diskutiert und analysiert. Im Bereich Heuristische Suche wird das Konzept des Zustandsraums verallgemeinert und ein Programmrahmen für systematische Suchverfahren beschrieben, der es erlaubt, die Suche durch Nutzung heuristischer Informationen über die Problemdomäne zu fokussieren. Als ein Anwendungsbeispiel werden Planungsverfahren als heuristische Suche implementiert. In beiden Bereichen werden theoretische Ergebnisse vorgestellt und bewiesen.						
	<b>Bereich Planen</b>						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Planungsprobleme</li> <li>• Repräsentation von Zustandsräumen und Planräumen</li> <li>• Algorithmen für das Planen</li> <li>• Komplexität von Planungsproblemen und Analyse von Planungsalgorithmen</li> </ul>						
	<b>Bereich Heuristische Suche</b>						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suchraumrepräsentationen</li> <li>• Informierte Suchverfahren</li> <li>• Relaxierte Modelle</li> <li>• Formale Eigenschaften informierter Suchverfahren</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Konzepte zur Modellierung von Planungs- und Suchaufgaben zu benennen und zu erklären,</li> <li>• die Vorgehensweisen von verschiedenen Planungsverfahren sowie von heuristischen Suchverfahren zu beschreiben,</li> <li>• einfache Aufgabenstellungen als Planungs- bzw. Suchaufgaben zu erkennen und zu repräsentieren,</li> <li>• darin Ansätze zur Erstellung brauchbarer Heuristiken zu entdecken,</li> <li>• theoretische Ergebnisse als Hinweise für die Auswahl von Modellierung und Verfahren zu verwenden.</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Theodor Lettmann
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Planning and Heuristic Search:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion</li> <li>• Hausaufgaben</li> <li>• Referenzimplementationen</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien</li> <li>• Lehrbücher: <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Pearl: Heuristics, Addison-Wesley (1984)</li> <li>• S.J. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 1995</li> <li>• S. Edelkamp, S. Schrödl: Heuristic Search: Theory and Applications, Elsevier, 2012</li> <li>• M. Ghallab, D. Nau, P. Traverso: Automated Planning, Morgan Kaufmann, 2004</li> </ul> </li> <li>• Übungsaufgaben</li> <li>• Liste von klassischen und aktuellen Papieren, z.B. R. Eberdt, R. Drechsler: Weighted A*Search - Unifying View and Application, J. Artificial Intelligence, pp. 1310-1342, 2009</li> <li>• Online Material, z.B. H. Geffner, B. Bonet: A Concise Introduction to Models and Methods for Automated Planning, doi: 10.2200/S00513ED1V01Y201306AIM022, 2013</li> </ul>

Quantum Algorithms						
Quantum Algorithms						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4072	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05797 Quantum Algorithms	V3 Ü2	75	105	WP	20

### 3 Wahlpflichtmodule

2	<p><b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b></p> <p>keine</p>								
3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Quantum Algorithms:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Lineare Algebra, Quanteninformatik</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Quantum Algorithms:</i> Die Vorlesung stellt fortgeschrittene Methoden vor, um Quantenalgorithmen zu entwickeln. Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenschaltung</li> <li>• Quantenalgorithmen für algebraische Problemen</li> <li>• Quantum Walks</li> <li>• Quanten Query Komplexität</li> <li>• Adiabatische Quantencomputing</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• universelle Gatter beschreiben und benutzen,</li> <li>• die Quanten-Fourier-Transformation benutzen,</li> <li>• Quantum Walks benutzen,</li> <li>• adiabatische Quantenalgorithmen entwickeln,</li> <li>• mit Quanten-Query-Komplexität arbeiten</li> </ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)              <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)              <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)       </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						



### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.				
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Jun. Prof. Dr. Sevag Gharibian			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Quantum Algorithms:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Eine Mischung aus Folien und Tafelanschrieb. Alle wichtigen Konzepte und Techniken werden in Übungen anhand von Beispielen weiter vertieft. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press</li> <li>• Andrew M. Childs, Wim van Dam, Quantum algorithms for algebraic problems, Reviews of Modern Physics, volume 82, 2010</li> <li>• Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben</li> </ul>			

Quantum Complexity Theory			
Quantum Complexity Theory			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4063	180	6	Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05743 Quantum Complexity Theory	V3 Ü2	75	105	P	20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Quantum Complexity Theory:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Lineare Algebra, Quanteninformatik						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Quantum Complexity Theory:</i> Diese Vorlesung gibt einen kurzen Überblick über die Grundlagen von Quanteninformatik und wendet sich anschließend der Quantenkomplexitätstheorie zu. Dabei werden sowohl einführende als auch vertiefende Themen behandelt wie die Analoga zu P und NP (bezeichnet als BQP, QCMA, and QMA), Quanten-Erfüllbarkeitsprobleme, Quanten-interaktive Beweise und Tensor-Netzwerke. Begleitend wird semidefinite Programmierung als ein wichtiges Werkzeug eingeführt.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexitätsklassen BQP, QCMA, QMA</li> <li>• Quanten-Erfüllbarkeitsprobleme</li> <li>• Quanten-interaktive Beweise</li> <li>• Tensor-Netzwerke</li> <li>• Semidefinite Programmierung</li> </ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende können:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Postulate von Quantenmechanik beschreiben und benutzen,</li> <li>• mit Komplexitätsklassen wie BQP und QMA arbeiten,</li> <li>• QMA-Schwere zeigen,</li> <li>• Semidefinite Programmierung nutzen,</li> <li>• Tensor-Netzwerke benutzen, um verschränkte Quantenzustände zu beschreiben</li> </ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Jun. Prof. Dr. Sevag Gharibian</p>								
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Quantum Complexity Theory:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Eine Mischung aus Folien und Tafelanschrieb. Alle wichtigen Konzepte und Techniken werden in Übungen anhand von Beispielen weiter vertieft.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press</li> <li>S. Gharibian, Y. Huang, Z. Landau, S. W. Shin, Quantum Hamiltonian Complexity, Foundations and Trends in Theoretical Computer Science</li> <li>Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben</li> </ul>								

### 3 Wahlpflichtmodule

Real World Crypto Engineering						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05819 Real World Crypto Engineering	V3 Ü2	75	105	P	40
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Real World Crypto Engineering:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Basiskonntnisse in Programmierung, IT-Sicherheit und Kryptographie					
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Real World Crypto Engineering:</i> Starke Kryptographie ist nicht immer ausreichend, um die grundlegenden Sicherheitsziele zu schützen. Auch wenn starke kryptographische Algorithmen verwendet werden, kann bei deren Einsatz viel schief gehen. In dieser Vorlesung werden wir auf die wichtigsten Protokolle und kryptographische Schutzmechanismen eingehen (z.B. TLS, SSH, WPA) und werden ihre Basiskonzepte kennenlernen. Anschließend werden wir prominente Angriffe vorstellen, die die gewünschten Sicherheitsziele komplett gebrochen haben. Basierend auf vielen Fällen werden wir lernen, was beim Design und bei der Implementierung von kryptographischen Anwendungen wichtig ist.					
<b>5</b>	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende verfügen nach erfolgreichem Abschluss über ein umfassendes Verständnis der technischen Aspekte von angewandten kryptographischen Algorithmen. Sie haben erkannt, dass Kryptographie alleine nicht ausreicht, um sicherheitstechnische Probleme zu lösen. Sie haben einen Überblick über aktuelle kryptographische Angriffe und wissen, wie man diese praktisch verhindert. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gruppenarbeit</li><li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li></ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min
	<b>Gewichtung für die Modulnote</b> 100%		
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.		
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>
	a)	Schriftliche Übungsaufgaben	
	<b>SL / QT</b> SL		
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Real World Crypto Engineering:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Folien der Vorlesung, wissenschaftliche Artikel		

<b>Reconfigurable Computing</b>			
Reconfigurable Computing			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
M.079.4043	180	6	Wintersemester

### 3 Wahlpflichtmodule

	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05703 Reconfigurable Computing	V2 Ü3	75	105	WP	50/20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Reconfigurable Computing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Kenntnisse aus Digitaltechnik und Rechnerarchitektur sind hilfreich.					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Reconfigurable Computing:</i> Die Veranstaltung vermittelt Kenntnisse in Architekturen und Entwurfsmethoden für rekonfigurierbare Hardware und stellt Anwendungen im Bereich des Hochleistungsrechnens und der eingebetteten Systeme vor.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Evolution von programmierbaren Hardwarebausteinen, Marktentwicklung</li> <li>• Architekturen: FPGA Architekturen, rekonfigurierbare Bausteine und Systeme</li> <li>• Entwurfsmethoden: CAD für FPGAs, Hochsprachen und Compiler, Entwurf auf Systemebene</li> <li>• Anwendungen, insbesondere custom computing machines, eingebettete Systeme</li> </ul>					
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,  <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau rekonfigurierbarer Hardwarebausteine zu erklären,</li> <li>• die wesentlichen Entwurfsmethoden zu benennen und zu analysieren und</li> <li>• die Eignung rekonfigurierbarer Hardware für verschiedene Einsatzgebiete zu beurteilen.</li> </ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Marco Platzner		

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Reconfigurable Computing:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Interaktive Übungen im Hörsaal</li> <li>• Rechnerübungen mit rekonfigurierbaren Systemen</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien und Übungsblätter</li> <li>• Aufgabenblätter und technische Dokumentation für die Rechnerübungen</li> <li>• S. Hauck and A. DeHon (editors): Reconfigurable Computing, Volume 1: The Theory and Practice of FPGA-Based Computation, Morgan Kaufmann, 2008</li> <li>• Aktuelle Hinweise auf alternative und ergänzende Literatur, sowie Lehrmaterialien auf der Webseite und in den Vorlesungsfolien</li> </ul>
----	--

Routing and Data Management in Networks						
Routing and Data Management in Networks						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05806 Routing and Data Management in Networks	V3 Ü2	75	105	WP	40/20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Routing and Data Management in Networks:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Algorithmen-Entwurf, theoretische Korrektheit und Effizienzbeweise, Werkzeuge aus der Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitstheorie.</p>					



### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Routing and Data Management in Networks:</i>  Routing und Datenmanagement sind grundlegenden zu lösende Aufgaben, um eine effiziente Verwendung von großen Netzwerken wie z.B. dem Internet, Peer-to-Peer-Systemen, oder drahtlosen mobilen Ad-hoc-Netzwerke zu ermöglichen. Diese Vorlesung befasst sich mit Algorithmen und deren Analyse für das Routing und Datenmanagement in solchen Systemen und beschreibt insbesondere Methoden für den Umgang mit ihrer Dynamik (Bewegung von Knoten, Beitritt und Austritt von Knoten). Dabei werden insbesondere lokale, verteilte Algorithmen, häufig als online Algorithmen betrachtet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offline- und Online-Routing-Strategien</li> <li>• Scheduling-Strategien</li> <li>• Datenmanagement-Strategien</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden lernen die wichtigsten Techniken im Bereich des Routing und Datenmanagements von großen Netzwerken kennen. Sie können entscheiden, in welcher Situation welcher Datenmanagement-, Scheduling- oder Routing-Algorithmus geeignet ist. Sie können Algorithmen an neue Situationen anpassen.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung und Einstellung</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Routing and Data Management in Networks:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafelanschrieb</li> <li>• Übungen in Kleingruppen</li> <li>• erwartete Aktivitäten der Studierenden: Bearbeitung der Hausaufgaben, Mitarbeit in den Übungen</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes, Frank Thomson Leighton, M. Kaufmann Publishers, 1992.</li> <li>• Originalarbeiten, Skript, Foliensatz der Vorlesung, Übungsblätter</li> </ul>

Software Quality Assurance						
Software Quality Assurance						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4048	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.079.05805 Software Quality Assurance	V3 Ü2	75	105	WP	90/30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Software Quality Assurance:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Programmierung, Modellierung, Modellbasierte Softwareentwicklung					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Software Quality Assurance:</i></p> <p>Das Ziel der Vorlesung ist die Behandlung von Ansätzen, Technologien und Strategien für die Qualitätssicherung von Softwaresystemen. Dies beinhaltet einerseits konstruktive Ansätze wie Design Pattern, Anti-Pattern, domänenspezifische Sprachen, modellgetriebene Softwareentwicklung, Qualitätsmodelle und Architekturstile und andererseits analytische Ansätze wie statische Reviewtechniken und dynamisch Testtechniken. Des Weiteren werden Ansätze für die Verbesserung des Softwareentwicklungsprozesses und internationale Standards wie ISO 9001, 9126, CMM, usw. behandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Softwarequalitätssicherung</li><li>• Standards<ul style="list-style-type: none"><li>– Produktspezifische Standards: ISO 9126</li><li>– Prozessspezifische Standards: ISO 9001, CMM</li></ul></li><li>• Konstruktive Ansätze<ul style="list-style-type: none"><li>– Pattern und Stile: Design Pattern, Anti-Pattern, Architekturstile</li><li>– Modellgetriebene Softwareentwicklung</li><li>– Metamodellierung</li><li>– Domänenspezifische Sprachen</li><li>– Design By Contract</li><li>– Forschung: Process Constraints</li></ul></li><li>• Analytische Ansätze<ul style="list-style-type: none"><li>– Reviews, Inspektionen</li><li>– Testen: Fundamentaler Testprozess, Black Box Testen, White Box Testen</li></ul></li></ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Qualitätseigenschaften von Entwicklungsprozessen, Softwaredesigns bzw. -systemen zu benennen. Sie kennen Techniken zur konstruktiven bzw. analytischen Sicherstellung von Qualitätseigenschaften und können diese geeignet einsetzen. Sie kennen die wesentlichen Standards für die Bewertung von Prozess- und Produktqualitäten. Sie können ausgewählte, aktuelle Forschungsansätze im Bereich Prozess- und Softwarequalitätssicherung verstehen und einordnen.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Empathie</li><li>• Lernkompetenz</li><li>• Lernmotivation</li><li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								
11	<p><b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Gregor Engels</p>								
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Software Quality Assurance:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Eine Mischung aus Folien und Tafelanschrieb. Alle wichtigen Konzepte und Techniken werden in Übungen anhand von Beispielen weiter vertieft. In praktischen Übungen insbesondere mit Testwerkzeugen werden die erlernten Kenntnisse angewendet.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daniel Galin: Software Quality Assurance: From Theory to Implementation, Pearson / Addison Wesley, 2004</li> <li>• Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben</li> </ul>								

### 3 Wahlpflichtmodule

Statistical Natural Language Processing						
<b>Modulnummer:</b> M.079.4055	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
<b>Studiensemester:</b>		<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05702 Statistical Natural Language Processing	V2 Ü3	75	105	WP	30
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical Natural Language Processing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Vektorräume, Grammatik natürlicher Sprachen, Wahrscheinlichkeitstheorie					
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical Natural Language Processing:</i> Diese Vorlesung vermittelt Methoden und Verfahren zur Konzeption und Implementierung von Sprachverarbeitungs Pipelines. Zu den Kerninhalten gehören Textvorverarbeitung, Parsing, distributionale Semantik, dedizierte maschinelle Lernverfahren und Anwendungen wie Fragebeantwortungssysteme.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalisierung</li> <li>• Sprachmodelle</li> <li>• Spelling correction</li> <li>• Maschinelles Lernen</li> <li>• POS Tagging</li> <li>• Parsing</li> <li>• Distributionale Semantik</li> <li>• Wortbedeutung</li> <li>• Wissensextraktion</li> <li>• Fragebeantwortungssysteme</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende sind in der Lage, relevante Probleme und Lösungsanforderungen für folgende Beispielgebiete zu benennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorverarbeitung von Korpora</li> <li>• Sprachmodelle</li> <li>• Rechtschreibprüfung</li> <li>• Text und Dokumentenklassifikation</li> <li>• Distributionale Semantik</li> <li>• Fragebeantwortungssysteme</li> </ul> <p>Sie sind mit grundlegenden Techniken vertraut, können Einschränkungen dieser Techniken in konkreten Problemfällen herausfinden (wissenschaftliche Methodik anwenden), und veränderte oder angepasste Techniken entwickeln, um solche Probleme zu umgehen. Sie können solche Veränderungen qualitativ und quantitativ evaluieren.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Medienkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 10%; text-align: center;">zu</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Form</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical Natural Language Processing:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Wöchentliche Vorlesungen (2 SWS) mit neuen Inhalten zu dedizierten Themen behandeln. Zusätzlich zu formalen Betrachtungen werden Anwendungen und Einschränkungen der vorgestellten Methoden diskutiert. Die Übungsaufgaben (1SWS) sind sowohl theorie- als auch praxisorientiert und geben den Lernenden die Möglichkeit zu überprüfen, ob sie die vermittelten Inhalte verstanden haben. Im Rahmen des Mini-Projekts (2SWS) wird eine praktische Aufgabe mit Hilfe von Methoden aus dem Semantik Web gelöst. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Folien und Übungsaufgaben

Statistical Signal Processing						
Statistical Signal Processing						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
	180	6	Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.048.24014 Statistical Signal Processing	V2 Ü2	60	120	WP	60/20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundvorlesungen der Signaltheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i>          Unter "Statistical signal processing" versteht man die Techniken, die Ingenieure und Statistiker benutzen, um unvollständige und fehlerbehaftete Messungen auszuwerten. Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit einer Auswahl von Themen aus den wesentlichen Bereichen Detektion, Schätztheorie und Zeitreihenanalyse.          Mögliche Themen dieser Veranstaltung sind Korrelationsanalyse, LMMSE Schätzer, Güteabschätzungen von Parameterschätzfunktionen, Neyman-Pearson Detektoren, im weiteren Sinne stationäre Zeitreihen, nichtstationäre Zeitreihen, periodisch stationäre Zeitreihen und komplexwertige Zufallssignale.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Nach dem Besuch dieser Veranstaltung werden Studenten mit den Grundprinzipien der statistischen Signalverarbeitung vertraut sein. Sie verstehen, wie man Techniken der statistischen Signalverarbeitung in der Elektrotechnik einsetzen kann und sie können diese auf relevante Gebiete (wie z.B. in der Nachrichtentechnik) anwenden. Studenten werden das Vertrauen entwickeln, mathematische Probleme in Analyse und Design lösen zu können. Die in dieser Veranstaltung gelernten Prinzipien können auf andere Gebiete angewandt werden.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Lernkompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)         </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								



### 3 Wahlpflichtmodule

10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Peter Schreier
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übung (teilweise mit Simulationen am Rechner) <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Übungsblätter; Literaturangaben erfolgen in der ersten Veranstaltung.

Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung																	
Strategic product planning in the age of digitalization																	
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester														
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> de														
1	<b>Modulstruktur</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0e0e0;"> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 40%;">Lehrveranstaltung</th> <th style="width: 10%;">Lehrform</th> <th style="width: 10%;">Kontaktzeit (h)</th> <th style="width: 10%;">Selbststudium (h)</th> <th style="width: 10%;">Status (P/WP)</th> <th style="width: 10%;">Gruppengröße (TN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>L.079.05700 Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung</td> <td>V2 Ü2 P2</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">WP</td> <td style="text-align: center;">35</td> </tr> </tbody> </table>				Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)	a)	L.079.05700 Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung	V2 Ü2 P2	90	90	WP	35
	Lehrveranstaltung	Lehrform	Kontaktzeit (h)	Selbststudium (h)	Status (P/WP)	Gruppengröße (TN)											
a)	L.079.05700 Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung	V2 Ü2 P2	90	90	WP	35											
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine																
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine																

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung:</i>          Im Zeitalter der Digitalisierung eröffnen sich mehr denn je faszinierende Möglichkeiten für neue Produkte und Dienstleistungen. Die Frage ist nur, ob diese Neuheiten im Markt erfolgreich sein werden. Ziel der Vorlesung ist ein umfassender Überblick über Methoden und Werkzeuge der strategischen Planung im Zeitalter der Digitalisierung. Den Studierenden werden die wesentlichen Themengebiete der strategischen Planung vermittelt. Hierzu gehören Grundlagen, Methoden und IT-Werkzeuge. Die Erkenntnisse aus der Vorlesung werden im Rahmen einer begleitenden Übung und Case Study näher erläutert und vertieft. Im Fokus der Vorlesung stehen intelligente technische Systeme mit einem hohen Software-Anteil.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Ziel ist es, grundlegende Konzepte der strategischen Planung zu verstehen und ausgewählte Methoden anwenden zu können. Dabei werden insbesondere die Potentialfindung, die Produktfindung und die Geschäftsplanung vertieft.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)                <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)                <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)         </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
10	<p><b>Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übung und begleitender Case Study <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Folien und Übungsaufgaben; Literaturangaben erfolgen in der ersten Veranstaltung.

Topics in Pattern Recognition and Machine Learning						
Topics in Pattern Recognition and Machine Learning						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.048.92030 Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	V2 Ü2	60	120	WP	20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Vorkenntnisse aus der Lehrveranstaltung Verarbeitung statistischer Signale. Wünschenswert sind Kenntnisse aus der Vorlesung Statistische Lernverfahren und Mustererkennung.					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i></p> <p>In der Veranstaltung "Aktuelle Themen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen" werden zunächst die Grundkonzepte der Mustererkennung und des maschinellen Lernens kurz zusammengefasst. Anschließend werden ausgewählte Themen behandelt. Die Auswahl orientiert sich dabei an aktuellen Forschungsthemen und variiert von Jahr zu Jahr. Beispiele für solche Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schätzung von Modellen mit verborgenen Variablen, um eine in den Daten vermutete zugrundeliegende innere Struktur zu entdecken</li><li>• Spezielle Klassifikationsaufgaben (z.B. automatische Spracherkennung)</li><li>• Grundlagen der statistischen Mustererkennung: Bayes'sche Regel, Lernen von Verteilungsdichten, lineare Modelle für Klassifikation und Regression, Kernelmethoden</li><li>• EM-Algorithmus für Maximum-Likelihood und Bayes'sche Schätzung</li><li>• Modelle mit diskreten und kontinuierlichen verborgenen Variablen: GMM, NMF</li><li>• Bias-Varianz Dilemma und Abtausch von Detailgenauigkeit der Modelle und Generalisierungsfähigkeit</li><li>• Grafische Modelle</li><li>• Sequentielle Daten und Hidden Markov Modelle mit Anwendungen in der Spracherkennung</li><li>• Aktuelle Veröffentlichungen aus Mustererkennung und maschinellem Lernen</li></ul> <p>Während der erste Teil der Veranstaltung aus dem üblichen Vorlesungs-/Übungsschema besteht, werden die Studenten im zweiten Teil aktuelle Veröffentlichungen lesen, analysieren und präsentieren. Dies kann häufig auch die Realisierung von Algorithmen in Matlab umfassen.</p>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach Absolvieren des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Für ein vorgegebenes Mustererkennungsproblem einen geeigneten Klassifikator auszuwählen und zu trainieren</li><li>• Für ein gegebenes Regressionsproblem einen geeigneten Ansatz auswählen und die Parameter auf Trainingsdaten zu erlernen</li><li>• Nach in Daten verborgener Struktur mit Methoden des maschinellen Lernens zu suchen</li><li>• Eine geeignete Wahl für ein Modell treffen, welches einen guten Kompromiss zwischen Detailgrad und Verallgemeinerungsfähigkeit darstellt</li><li>• Aktuelle Veröffentlichungen aus dem Bereich der Mustererkennung und des maschinellen Lernens zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten</li></ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatz und Engagement</li><li>• Kooperationskompetenz</li><li>• Lernkompetenz</li><li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li></ul>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)			
	zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> keine			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> keine			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegenderm Tafelinsatz, vereinzelt Folien-Präsentation</li> <li>• Präsenzübungen mit Übungsblättern und Demonstrationen am Rechner</li> <li>• Anleitung, wie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen zu analysieren sind und anschließend eigenständige Einarbeitung in Fachliteratur durch die Studierenden</li> <li>• Präsentation von aktuellen Veröffentlichungen durch die Studierenden</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, Pattern Classification, Wiley, 2001</li> <li>• K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990</li> <li>• C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul>			

<b>Topics in Signal Processing</b>
Topics in Signal Processing

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
	a) L.048.92014 Topics in Signal Processing	V2 Ü2	60	120	WP	20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Signal- und Systemtheorie, Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und linearen Algebra					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> Auswahl von aktuellen Themen in der Signalverarbeitung. Ein Teil der Veranstaltung besteht aus regulären Vorlesungen, wohingegen der andere die Mitarbeit von Studierenden voraussetzt. Zunächst werden in diesem Kurs relevante Aspekte aus der linearen Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie wiederholt. Danach werden die Studierenden angeleitet, aktuelle Veröffentlichungen aus der Signalverarbeitungsliteratur zu lesen, zu analysieren und dann auch zu präsentieren.					
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> In diesem Modul werden die Studierenden mit aktuellen Forschungsthemen in der Signalverarbeitung vertraut gemacht. Sie lernen, wissenschaftliche Veröffentlichungen zu verstehen und kritisch zu bewerten. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> keine		
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> keine		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Peter Schreier		
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beteiligung der Studenten</li> <li>• Präsentationen von Studenten</li> </ul> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben.		

<b>Usable Security and Privacy</b>			
Usable Security and Privacy			
<b>Modulnummer:</b> M.079.4086	<b>Workload (h):</b> 180	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Turnus:</b> Sommersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b> 1	<b>Sprache:</b> en

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.079.05804 Usable Security and Privacy	V2 Ü3	75	105	WP	40	
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine						
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Usable Security and Privacy:</i> Die Studierenden erwerben praktisches, forschungsorientiertes Wissen über nutzbare Sicherheit und Privatsphäre: 1) von der technischen Seite, indem sie eine Anwendung für nutzbare Sicherheit programmieren, oder 2) von der Seite der menschlichen Verhaltensforschung, indem sie eine Nutzerstudie entwerfen und vorab testen.						
<b>5</b>	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Teilnehmer der Veranstaltung <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln ein Verständnis für die Bedeutung der Sicherheit und des Schutzes der Privatsphäre</li> <li>• lernen die Geschichte des Fachgebiets und die wichtigsten Forschungsbereiche und Herausforderungen kennen</li> <li>• sind in der Lage, Methoden zur Durchführung von Nutzerforschung im Bereich Sicherheit und Datenschutz anzuwenden</li> </ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> <li>• Selbststeuerungskompetenz</li> </ul>						
<b>6</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)						
	<b>zu</b>	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>		<b>Gewichtung für die Modulnote</b>		
	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120	min bzw. 40 min	100%		
	Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.						



### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Praktische Arbeiten mit schriftlichem Bericht und Diskussion		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b>		
Bestehen der Studienleistung			
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b>		
Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.			
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b>		
Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).			
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b>		
keine			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>		
Prof. Dr. Patricia Arias Cabarcos			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>		
<i>Hinweise der Lehrveranstaltung Usable Security and Privacy:</i>			
<b>Methodische Umsetzung</b>			
Grundlegende Konzepte werden in Form von Vorlesungen präsentiert. Die Studierenden erlangen vertieftes theoretisches und praktisches Wissen durch engagierte Mentoren, während sie in Teams an der Implementierung einer Benutzerstudie oder eines unterstützenden Werkzeugs für nutzbare Sicherheits- und Datenschutzforschung arbeiten.			
<b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lazar, J., Feng, J.H. and Hochheiser, H., 2017. Research methods in human-computer interaction. Morgan Kaufmann.</li> <li>• Redmiles, E.M., Acar, Y., Fahl, S. and Mazurek, M.L., 2017. A summary of survey methodology best practices for security and privacy researchers.</li> <li>• Folien und Verweise auf wissenschaftliche Literatur werden während der Veranstaltung bekanntgegeben.</li> </ul>			

VLSI Testing			
VLSI Testing			
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>
	180	6	Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en

### 3 Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>	
	a) L.048.25005 VLSI Testing	V2 Ü2	60	120	WP	40/20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Digitaltechnik						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i> Die Lehrveranstaltung behandelt systematische Verfahren zur Erkennung von Hardware-Defekten in mikroelektronischen Schaltungen. Es werden sowohl Algorithmen zur Erzeugung und Auswertung von Testdaten als auch Hardwarestrukturen zur Verbesserung der Testbarkeit und für den eingebauten Selbsttest vorgestellt. Im einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"><li>• Fehlermodelle</li><li>• Testbarkeitsmaße und Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit</li><li>• Logik- und Fehlersimulation</li><li>• Algorithmen zur Testmustererzeugung</li><li>• Selbsttest, insbesondere Testdatenkompression und Testantwortkompaktierung</li><li>• Speichertest</li></ul>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind nach Absolvieren des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"><li>• Fehlermodelle, Maßnahmen zur Verbesserung der Testbarkeit und Werkzeuge zur Unterstützung des Tests zu beschreiben,</li><li>• die grundlegenden Modelle und Algorithmen für Fehlersimulation und Test zu erklären und anzuwenden, sowie</li><li>• Systeme im Hinblick auf ihre Testbarkeit zu analysieren und geeignete Teststrategien auszuwählen.</li></ul> <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatz und Engagement</li><li>• Kooperationskompetenz</li><li>• Lernkompetenz</li></ul>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)		
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.			
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.			
8	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> Bestehen der Studienleistung		
9	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.		
10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).		
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Sybille Hellebrand		

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung VLSI Testing:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beamer und Tafel</li> <li>• Präsenzübungen in kleinen Gruppen mit Übungsblättern zu den theoretischen Grundlagen, Präsentation der Lösungen durch Übungsteilnehmer</li> <li>• Praktische Übungen mit verschiedenen Software-Werkzeugen am Rechner</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien</li> <li>• M. L. Bushnell, V. D. Agrawal, Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory &amp; Mixed-Signal VLSI Circuits, Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers, 2000</li> <li>• L.-T. Wang, C.-W. Wu, X. Wen, VLSI Test Principles and Architectures: Design for Testability, Morgan Kaufmann Series in Systems on Silicon, ISBN: 0123705975</li> <li>• Aktuelle Hinweise auf ergänzende Literatur und Lernmaterialien im PANDA-Kurs</li> </ul>
----	---

Web Security						
Web Security						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
M.079.4073	180	6	Sommersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>Kontaktzeit (h)</b>	<b>Selbststudium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppengröße (TN)</b>
a)	L.079.05820 Web Security	V3 Ü2	75	105	P	40
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Web Security:</i>					
	<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>					
	Kenntnisse in Programmierung, IT-Sicherheit und Basiskenntnisse in Kryptographie					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Web Security:</i>          Moderne Webapplikationen und Webservices sind oft vielschichtig und basieren auf unterschiedlichen (oft komplexen) Technologien, die ständig weiterentwickelt werden. Deren Komplexität ist oft der Grund für neuartige Angriffe, die im Web-Bereich täglich zu sehen sind.          In dieser Vorlesung werden wir auf die wichtigsten Technologien eingehen und lernen, worauf man bei der sicheren Web-Entwicklung achten muss. Dabei werden wir prominente und weit verbreitete Angriffe vorstellen und zeigen, wie man die verhindert. Dazu gehören typische Angriffe aus der OWASP Top 10 Liste wie XSS oder SQL Injection bis hin zu Angriffen auf Webservices und Single Sign-On Standards (wie SAML und OpenID Connect). Basierend auf vielen Fällen werden wir lernen, was beim Design und bei der Implementierung von Webapplikationen wichtig ist.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende verfügen nach erfolgreichem Abschluss über ein umfassendes Verständnis der technischen Aspekte von Webapplikationen, Webservices und diversen Authentizierungsmechanismen. Sie haben erkannt, dass die heutzutage eingesetzten Web-Technologien vielschichtig sind und dass deren Komplexität viele Sicherheitsprobleme mit sich bringt. Studierende haben einen Überblick über aktuelle Web-Angriffe und wissen wie man diese praktisch verhindert.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
6	<p><b>Prüfungsleistung:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)      <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)      <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td style="text-align: center;">90-120 min bzw. 40 min</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Form</th> <th style="width: 20%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 20%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SL</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
8	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>Bestehen der Studienleistung</p>								
9	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

10	<b>Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).
11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Juraj Somorovsky
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Web Security:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Folien der Vorlesung</li><li>• Wissenschaftliche Artikel</li></ul>

# 4 Focus Areas

## 4.1 Algorithm Design

### Koordination

Prof. Dr. rer. nat. Johannes Blömer

### Enthaltene Module

- Advanced Algorithms
- Advanced Complexity Theory
- Advanced Distributed Algorithms and Data Structures
- Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes
- Clustering Algorithms
- Combinatorial Optimization
- Efficiency in Games
- Foundations of Cryptography
- Game Theory
- Introduction to Quantum Computation
- Quantum Algorithms
- Quantum Complexity Theory
- Real World Crypto Engineering
- Routing and Data Management in Networks

### Beschreibung

In diesem Vertiefungsgebiet konzentrieren sich Studierende auf

- wesentliche Techniken zum Entwurf effizienter Algorithmen
- Anwendungsgebiete des Entwurfs effizienter Algorithmen, z.B. Computergrafik, Netzwerke, Big Data, ...
- Grenzen für den Entwurf effizienter Algorithmen, d.h. Komplexitätstheorie
- konstruktiver Anwendungen der Grenzen des Entwurfs effizienter Algorithmen in Kryptographie und IT-Sicherheit

## 4.2 Computer Systems

### Koordination

Prof. Dr. Marco Platzner

### Enthaltene Module

- Advanced Computer Architecture
- Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits
- Approximate Computing
- Architektur paralleler Rechnersysteme
- High-Performance Computing
- Reconfigurable Computing
- VLSI Testing

### Beschreibung

Das Vertiefungsgebiet "Computersysteme" behandelt vertiefend und im technischen Detail verschiedene Aspekte von modernen Computersystemen. Im Vordergrund stehen dabei die Analyse und Bewertung von Rechnerarchitekturen, systematische Methoden für den Entwurf und die Optimierung von Computersystemen, insbesondere das Zusammenspiel von Hardware und Software, sowie Programmiermodelle und -methoden für die stark an Bedeutung gewinnenden parallelen und spezialisierten Rechnerarchitekturen.

## 4.3 Data Science

### Koordination

Prof. Dr. Axel Ngonga

### Enthaltene Module

- Advanced Algorithms
- Advanced Distributed Algorithms and Data Structures
- Data Science for Physics and Engineering
- Data Science in Industrial Applications
- Digitale Sprachsignalverarbeitung
- Foundations of Knowledge Graphs
- High-Performance Computing
- Information Retrieval
- Machine Learning I
- Machine Learning II



## 4 Focus Areas

- Statistical Natural Language Processing
- Topics in Pattern Recognition and Machine Learning
- Topics in Signal Processing

### **Beschreibung**

Data Science ist eine junge wissenschaftliche Disziplin im Schnittbereich von Informatik, Statistik, Mathematik und den Ingenieurwissenschaften, die sich in den letzten Jahren zu einem der einflussreichsten Gebiete der Forschungslandschaft entwickelt hat. Sie trägt maßgeblichen Anteil an der Digitalisierung und "Datafizierung" unserer Gesellschaft, nicht nur in der Industrie und Forschung sondern auch im privaten Umfeld. In der Wissenschaft wird sie neben dem empirischen, theoretischen und computationalen Ansatz oft als "viertes Paradigma" betrachtet. Grob gesagt besteht das Ziel der Data Science in der Entwicklung methodischer und algorithmischer Grundlagen einer automatisierten Erzeugung nützlichen Wissens aus Daten, sowie der Umsetzung entsprechender Grundlagen in Form von Computersystemen.

Das Vertiefungsgebiet "Data Science" stattet die Studierenden mit solidem theoretischem Grundwissen sowie praktischen Fertigkeiten aus, die ihnen das Profil eines modernen "Data Scientist" verleihen. Hierzu werden Veranstaltungen in drei Richtungen angeboten: Mathematische und algorithmische Grundlagen, Data Analytics, Software und Systeme. Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse des systematischen Erfassens, Archivierens, Komprimierens und Aggregierens großer, heterogener Datenbestände (Text, Bild, Audio, Video, etc.), sowie des Analysierens solcher Daten mithilfe von Methoden der Statistik, des maschinellen Lernens und des Data Mining. Darüber hinaus werden sie vertraut gemacht mit relevanten Programmiersprachen, Techniken des Software Engineering und Konzepten einer verteilten, skalierbaren Informationsverarbeitung. Praktische Erfahrungen und Soft Skills werden insbesondere im Rahmen einer Spezialisierung in einem Anwendungsbereich wie Industrial Data Science, Digital Humanities, Business Analytics und Cybersecurity vermittelt.

## **4.4 Intelligence and Data**

### **Koordination**

Prof. Dr. Axel Ngonga

### **Enthaltene Module**

- Clustering Algorithms
- Computational Argumentation
- Data Science for Physics and Engineering
- Foundations of Knowledge Graphs
- Information Retrieval
- Logic Programming for Artificial Intelligence
- Machine Learning I
- Machine Learning II

## 4 Focus Areas

- Optimization methods for machine learning
- Planning and Heuristic Search
- Statistical Natural Language Processing
- Statistical Signal Processing

### **Beschreibung**

Intelligente Systeme sind Computersysteme, deren Verhalten durch Methoden und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI) gesteuert wird. Solche Systeme gewinnen kontinuierlich an Bedeutung, nicht nur auf wissenschaftlicher Ebene innerhalb der Informatik, sondern auch im sozialen und gesellschaftlichen Kontext: Autonome oder teilautonome Systeme wie Serviceroboter, selbstfahrende PKWs oder medizinische Diagnosesysteme werden unser privates und berufliches Leben in absehbarer Zukunft tiefgreifend verändern. Neben methodischen Fortschritten und einer Steigerung der Rechenleistung durch schnellere Hardware ist die rasante Entwicklung von KI-Systemen in der letzten Dekade vor allem einer Datenexplosion zu verdanken: Die Verfügbarkeit großer Mengen von Daten oder sensorisch erfasster Beobachtungen aus ihrer Umgebung versetzt intelligente Systeme in die Lage, ihr Verhalten durch Adaption und Lernen selbständig zu optimieren.

Diese Focus Area greift wichtige Aspekte des Entwurfs intelligenter Systeme auf und vermittelt entsprechende theoretische und methodische Grundlagen. Die Inhalte erstrecken sich von Themen wie Maschinelles Lernen und Datenanalyse über das Datenmanagement bis hin zur graphischen Datenverarbeitung und Anwendungen in der Robotik und Schwarmintelligenz.

## **4.5 Networks and Communication**

### **Koordination**

Dr. rer. nat. Florian Klingler

### **Enthaltene Module**

- Advanced Distributed Algorithms and Data Structures
- Mobile Communication
- Networked Embedded Systems
- Routing and Data Management in Networks

### **Beschreibung**

Das Vertiefungsgebiet "Netze und Kommunikation" lehrt Architekturen, Methoden und Systeme moderner Kommunikationstechnik. Hierzu werden Methoden unterschiedlicher Abstraktionsebenen untersucht, beginnend bei der physikalischen Übertragung bis hin zum Anwendungsentwurf in verteilten Umgebungen. Dabei werden unterschiedliche Systemklassen behandelt, von klassischer Mobilkommunikation über ad hoc Netze und Fahrzeugkommunikation bis zur Vernetzung in Rechenzentren und Architekturen des zukünftigen Internets. Dabei wird die Brücke zu verteilten System hergestellt. Neben

Fragen des Architekturentwurfs, der Methoden- und Protokollgestaltung steht dabei stets die Frage der Bewertung solcher Verfahren im Raum; hierzu werden experimentelle und statistische Verfahren besprochen.

### 4.6 Security

#### Koordination

Prof. Dr. Eric Bodden

#### Enthaltene Module

- Advanced Distributed Algorithms and Data Structures
- Ausgewählte Themen im Gebiet Security
- Designing code analyses for large-scale software systems 1
- Designing code analyses for large-scale software systems 2
- Foundations of Cryptography
- Introduction to Quantum Computation
- Quantum Complexity Theory
- Real World Crypto Engineering
- Usable Security and Privacy
- Web Security

#### Beschreibung

In allen Lebensbereichen bieten digitale Technologien, wie zum Beispiel das (Industrial) Internet of Things, Cyber-Physical Systems, Digital Automotives, Digital Health oder Industrie 4.0, ein immenses Innovationspotenzial. Die zunehmende Digitalisierung erfordert jedoch neue Ansätze, um dieses Potenzial sicher nutzen zu können. Um diese Herausforderung angehen zu können, besteht in Industrie, Forschung und Lehre ein großer Bedarf an gut ausgebildeten Informatik-Experten mit fundierten Kenntnissen in der IT-Sicherheit. Im Vertiefungsgebiet "IT Security" wird ein solides theoretisches Grundwissen in Kombination mit praktischen Fertigkeiten vermittelt. Das Lehrangebot deckt fachliche Kompetenzen aus dem Bereich der IT-Sicherheit ab (z.B. Softwaresicherheit, formale Verifikation, Grundlagen der modernen Kryptographie und Kommunikationssicherheit) ab, in denen typische Sicherheitslücken und Angriffstechniken vorgestellt werden und Gegenmaßnahmen und ihre Wirksamkeit untersucht werden.

Da Sicherheit nicht unabhängig von konkreten Anwendungen gesehen werden kann und unterschiedliche Anwendungen unterschiedliche Sicherheitsanforderungen haben, werden darüber hinaus auch fachliche Kompetenzen in modernen Anwendungsfeldern mit besonderen Sicherheitsanforderungen (z.B. Kommunikationsprotokolle in den Bereichen Mobile und Automotive) sowie ergänzende Qualifikationen in den Bereichen Algorithmen und Quanten-Computing abgedeckt.

## 4.7 Software Engineering

### Koordination

Prof. Dr. Eric Bodden

### Enthaltene Module

- Ausgewählte Themen im Gebiet Software Engineering
- Build It, Break It, Fix It
- Data-Driven Innovation and Engineering
- Data Science in Industrial Applications
- Designing code analyses for large-scale software systems 1
- Designing code analyses for large-scale software systems 2
- High-Performance Computing
- Kontextuelle Informatik
- Logic Programming for Artificial Intelligence
- Model-Based Systems Engineering
- Software Quality Assurance

### Beschreibung

In dieser Studienrichtung können die Studierenden Konzepte, Sprachen, Methoden, Techniken und Werkzeuge für eine systematische Entwicklung von Softwaresystemen erlernen. Dies umfasst

- konstruktive Techniken zur Realisierung von funktionalen und nicht-funktionalen Aspekten eines Softwaresystems,
- formale and informelle analytische Techniken, um eine hohe Qualität eines Systems zu erzielen und
- systematische Techniken, um situationsspezifische Vorgehensmodelle zu definieren.

## 5 Module im Wintersemester

• M.079.4002 Advanced Algorithms .....	14
• M.079.4004 Advanced Complexity Theory .....	16
• M.079.4005 Advanced Computer Architecture .....	18
• M.079.4006 Advanced Distributed Algorithms and Data Structures .....	21
• M.079.4009 Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes .....	23
• M.079.4068 Approximate Computing .....	27
• M.079.4083 Ausgewählte Themen im Gebiet Security .....	33
• M.079.4078 Ausgewählte Themen im Gebiet Software Engineering .....	35
• Clustering Algorithms .....	40
• M.079.4074 Combinatorial Optimization .....	42
• M.079.4077 Data Science for Physics and Engineering .....	49
• M.079.4075 Data Science in Industrial Applications .....	51
• M.079.4076 Data-Driven Innovation and Engineering .....	47
• Designing code analyses for large-scale software systems 1 .....	54
• M.079.4054 Foundations of Knowledge Graphs .....	68
• M.079.4066 Game Theory .....	71
• M.079.4058 Information Retrieval .....	77
• M.079.4027 Kontextuelle Informatik .....	81
• M.079.4031 Logic Programming for Artificial Intelligence .....	83
• M.079.4032 Machine Learning I .....	86
• M.079.4033 Machine Learning II .....	88
• Master-Abschlussarbeit .....	4
• M.079.4039 Networked Embedded Systems .....	96
• M.079.4040 Planning and Heuristic Search .....	100
• M.079.4041 Projektgruppe .....	6
• Real World Crypto Engineering .....	107
• M.079.4043 Reconfigurable Computing .....	109
• M.079.4045 Seminar I .....	8
• M.079.4046 Seminar II .....	10
• M.079.4055 Statistical Natural Language Processing .....	116
• Statistical Signal Processing .....	119
• Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung .....	121
• Studium Generale – Master .....	12
• Topics in Pattern Recognition and Machine Learning .....	123
• Topics in Signal Processing .....	125
• VLSI Testing .....	129

## 6 Module im Sommersemester

• M.079.4004 Advanced Complexity Theory .....	16
• Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits .....	25
• M.079.4011 Architektur paralleler Rechnersysteme .....	30
• M.079.4083 Ausgewählte Themen im Gebiet Security .....	33
• M.079.4078 Ausgewählte Themen im Gebiet Software Engineering .....	35
• M.079.4013 Build It, Break It, Fix It .....	38
• Clustering Algorithms .....	40
• M.079.4061 Computational Argumentation .....	45
• M.079.4071 Designing code analyses for large-scale software systems 2 .....	57
• Digitale Sprachsignalverarbeitung .....	60
• M.079.4069 Efficiency in Games .....	62
• M.079.4020 Foundations of Cryptography .....	66
• M.079.4066 Game Theory .....	71
• M.079.4024 High-Performance Computing .....	74
• Introduction to Quantum Computation .....	79
• M.079.4031 Logic Programming for Artificial Intelligence .....	83
• M.079.4032 Machine Learning I .....	86
• M.079.4033 Machine Learning II .....	88
• Master-Abschlussarbeit .....	4
• M.079.4035 Mobile Communication .....	91
• M.079.4062 Model-Based Systems Engineering .....	93
• M.079.4085 Optimierungsverfahren für das maschinelle Lernen .....	98
• M.079.4041 Projektgruppe .....	6
• M.079.4072 Quantum Algorithms .....	103
• M.079.4063 Quantum Complexity Theory .....	105
• Routing and Data Management in Networks .....	112
• M.079.4045 Seminar I .....	8
• M.079.4046 Seminar II .....	10
• M.079.4048 Software Quality Assurance .....	114
• Studium Generale – Master .....	12
• M.079.4086 Usable Security and Privacy .....	127
• M.079.4073 Web Security .....	132

## 7 Modules in English

• M.079.4002 Advanced Algorithms .....	14
• M.079.4004 Advanced Complexity Theory .....	16
• M.079.4005 Advanced Computer Architecture .....	18
• M.079.4006 Advanced Distributed Algorithms and Data Structures .....	21
• M.079.4009 Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes .....	23
• Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits .....	25
• M.079.4068 Approximate Computing .....	27
• M.079.4083 Selected Topics in Security .....	33
• M.079.4078 Selected Topics in Software Engineering .....	35
• M.079.4013 Build It, Break It, Fix It .....	38
• Clustering Algorithms .....	40
• M.079.4074 Combinatorial Optimization .....	42
• M.079.4061 Computational Argumentation .....	45
• M.079.4077 Data Science for Physics and Engineering .....	49
• M.079.4075 Data Science in Industrial Applications .....	51
• M.079.4076 Data-Driven Innovation and Engineering .....	47
• Designing code analyses for large-scale software systems 1 .....	54
• M.079.4071 Designing code analyses for large-scale software systems 2 .....	57
• M.079.4069 Efficiency in Games .....	62
• M.079.4020 Foundations of Cryptography .....	66
• M.079.4054 Foundations of Knowledge Graphs .....	68
• M.079.4066 Game Theory .....	71
• M.079.4024 High-Performance Computing .....	74
• M.079.4058 Information Retrieval .....	77
• Introduction to Quantum Computation .....	79
• M.079.4031 Logic Programming for Artificial Intelligence .....	83
• M.079.4032 Machine Learning I .....	86
• M.079.4033 Machine Learning II .....	88
• Master Thesis .....	4
• M.079.4035 Mobile Communication .....	91
• M.079.4039 Networked Embedded Systems .....	96
• M.079.4085 Optimization methods for machine learning .....	98
• M.079.4040 Planning and Heuristic Search .....	100
• M.079.4041 Project Group .....	6
• M.079.4072 Quantum Algorithms .....	103
• M.079.4063 Quantum Complexity Theory .....	105
• Real World Crypto Engineering .....	107
• M.079.4043 Reconfigurable Computing .....	109
• Routing and Data Management in Networks .....	112
• M.079.4045 Seminar I .....	8

## 7 Modules in English

• M.079.4046 Seminar II .....	10
• M.079.4048 Software Quality Assurance .....	114
• M.079.4055 Statistical Natural Language Processing .....	116
• Statistical Signal Processing .....	119
• General Studies – Master .....	12
• Topics in Pattern Recognition and Machine Learning .....	123
• Topics in Signal Processing .....	125
• M.079.4086 Usable Security and Privacy .....	127
• VLSI Testing .....	129
• M.079.4073 Web Security .....	132

Erzeugt am 26. September 2022 um 09:42.