

# **UNIVERSITÄT PADERBORN**

---

**FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK  
INSTITUT FÜR INFORMATIK**

**MODULHANDBUCH FÜR DEN  
MASTERSTUDIENGANG INFORMATIK v3 (IMA v3)**

**STAND: 1. APRIL 2021**

# 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>139</b>
4.1	Algorithm Design . . . . .	139
4.2	Computer Systems . . . . .	140
4.3	Data Science . . . . .	140
4.4	Intelligence and Data . . . . .	141
4.5	Networks and Communication . . . . .	142
4.6	Software Engineering . . . . .	143
<b>5</b>	<b>Module im Wintersemester</b>	<b>144</b>
<b>6</b>	<b>Module im Sommersemester</b>	<b>145</b>
<b>7</b>	<b>Modules in English</b>	<b>146</b>

# **1 Präambel und Hinweise**

Aus technischen Gründen wurde die Präambel des Modulhandbuchs 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

<b>Master-Abschlussarbeit</b>								
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	en				
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>							
	<b>Lehrveranstaltung</b>		<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>		
	a)	Master-Abschlussarbeit – Arbeitsplan		30	120	P		
	b)	Master-Abschlussarbeit		30	720	P		
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>							
	keine							
<b>3</b>	<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.							
<b>4</b>	<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.</p> <p>Konkrete Aufgabenstellungen für Masterarbeiten werden laufend auf den Webseiten der Fachgebiete des Instituts für Informatik veröffentlicht.</p>							

## 2 Pflichtmodule

<p><b>5 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>								
<p><b>6 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: 60%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">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%					
<p><b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine</p>								
<p><b>8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b></p> <p>keine</p>								
<p><b>9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b></p> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
<p><b>10 Gewichtung für Gesamtnote:</b></p> <p>Das Modul wird mit 50 Credits gewichtet.</p>								
<p><b>11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b></p> <p>keine</p>								
<p><b>12 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>
----	---

<b>Projektgruppe</b>							
Project Group							
<b>Modulnummer:</b>		<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
		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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
	a)	Projektgruppe	PG	240	360	P	15
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
	keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>						
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Projektgruppe:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Abhängig vom Thema.</p>						

## 2 Pflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Projektgruppe:</i>            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 heranführen und durch die Teamarbeit auf die Arbeitsweise der industriellen Praxis vorbereiten.            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: 60%;"><b>Prüfungsform</b></th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Phasenbezogene Prüfung</td> <td></td> <td>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.            Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.</p>	zu	<b>Prüfungsform</b>	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	a)	Phasenbezogene Prüfung		100%
zu	<b>Prüfungsform</b>	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: 60%;"><b>Form</b></th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Praktikumsarbeit</td> <td></td> <td>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	<b>Form</b>	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	a)	Praktikumsarbeit		SL
zu	<b>Form</b>	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 selbstständig und termingebundenen 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>		
		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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
a)		Seminar	S2	30	120	P
						15

## 2 Pflichtmodule

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.								
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Seminar:</i> 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.								
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> 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. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <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	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) <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>a)</td> <td>Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung</td> <td>45-60 Minuten, 15-30 Seiten</td> <td>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.

<b>Seminar II</b>							
Seminar II							
<b>Modulnummer:</b>		<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>			
		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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (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

<p><b>4 Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Seminar:</i>            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 Themen, die von je einem Teilnehmer bearbeitet werden. Die Seminarthemen decken das gesamte Spektrum der Forschungsgebiete der Fachgebiete des Instituts für Informatik ab.</p>								
<p><b>5 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>								
<p><b>6 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; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 50%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung</td> <td>45-60 Minuten, 15-30 Seiten</td> <td>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%					
<p><b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <p>keine</p>								
<p><b>8 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						
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:			
	360	12	Sommer- / Wintersemester			
	Studiensemester:	Dauer (in Sem.):	Sprache:			
		4	de / en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	Lehrveranstaltung		Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)
	a)	Studium Generale – Master	V6 Ü3	135	225	P
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

<b>5 Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> <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>								
<b>6 Prüfungsleistung:</b> <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: 60%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Prüfung im Studium Generale</td> <td></td> <td>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%					
<b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 60%;">Form</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Qualifizierte Teilnahme im Studium Generale</td> <td></td> <td>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					
<b>8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> <p>keine</p>								
<b>9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> <p>Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.</p>								
<b>10 Gewichtung für Gesamtnote:</b> <p>Das Modul wird mit 4 Credits gewichtet.</p>								
<b>11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> <p>keine</p>								
<b>12 Modulbeauftragte/r:</b> <p>Studiengangsbeauftragter Informatik</p>								
<b>13 Sonstige Hinweise:</b> <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

<b>Advanced Algorithms</b>						
Advanced Algorithms						
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
		6				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Advanced Algorithms	V3 Ü2	75	105	WP
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. aus 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"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>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"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Form</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td>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>Masterstudiengang Informatik v4</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>
----	---

<b>Advanced Complexity Theory</b>							
Advanced Complexity Theory							
<b>Modulnummer:</b>		<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>		<b>Turnus:</b>		
		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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)	Advanced Complexity Theory	V3 Ü2	75	105	WP	25	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
	keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>						
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Advanced Complexity Theory:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Grundlagen über Komplexitätstheorie (u.a. Turingmaschinen, NP-Vollständigkeit)</p>						

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Complexity Theory:</i></p> <p>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 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" data-bbox="271 1596 1410 1792"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1596 350 1686">zu</th> <th data-bbox="350 1596 981 1686">Prüfungsform</th> <th data-bbox="981 1596 1192 1686">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1192 1596 1410 1686">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1686 350 1792">a)</td> <td data-bbox="350 1686 981 1792">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="981 1686 1192 1792">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1192 1686 1410 1792">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>			
	Masterstudiengang Informatik v4			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>			
	Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Advanced Complexity Theory:</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: Mitarbeit bei Präsenzübungen, Hausaufgaben</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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>			

<b>Advanced Computer Architecture</b>			
Advanced Computer Architecture			
<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>						
		Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	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 Instruktionsebene, 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 modernen 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)								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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%
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%								
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>								
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL								
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>• Hennessy, 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>
----	--

<b>Advanced Distributed Algorithms and Data Structures</b>						
Advanced Distributed Algorithms and Data Structures						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Advanced Distributed Algorithms and Data Structures	V3 Ü2	75	105	WP
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>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> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Advanced Distributed Algorithms and Data Structures:</i></p> <p>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" data-bbox="271 1125 1410 1298"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1125 350 1208">zu</th> <th data-bbox="350 1125 986 1208">Prüfungsform</th> <th data-bbox="986 1125 1129 1208">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1129 1125 1410 1208">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1208 350 1298">a)</td> <td data-bbox="350 1208 986 1298">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="986 1208 1129 1298">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1129 1208 1410 1298">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" data-bbox="271 1439 1410 1612"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1439 350 1522">zu</th> <th data-bbox="350 1439 986 1522">Form</th> <th data-bbox="986 1439 1129 1522">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1129 1439 1410 1522">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1522 350 1612">a)</td> <td data-bbox="350 1522 986 1612">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="986 1522 1129 1612"></td> <td data-bbox="1129 1522 1410 1612">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> Masterstudiengang Informatik v3
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

<b>Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes</b>									
Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes									
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>		
	a)	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-Rendern</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" data-bbox="276 1349 1410 1529"> <thead> <tr> <th data-bbox="276 1349 339 1439">zu</th> <th data-bbox="339 1349 975 1439">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1349 1133 1439">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1133 1349 1410 1439">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="276 1439 339 1529">a)</td> <td data-bbox="339 1439 975 1529">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="975 1439 1133 1529">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1133 1439 1410 1529">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" data-bbox="276 1686 1410 1821"> <thead> <tr> <th data-bbox="276 1686 339 1776">zu</th> <th data-bbox="339 1686 975 1776">Form</th> <th data-bbox="975 1686 1133 1776">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1133 1686 1410 1776">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="276 1776 339 1821">a)</td> <td data-bbox="339 1776 975 1821">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="975 1776 1133 1821"></td> <td data-bbox="1133 1776 1410 1821">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> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Matthias Fischer
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes: Methodische Umsetzung</i></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>

<b>Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits</b>			
Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits			
<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	en

### 3 Wahlpflichtmodule

Modulstruktur						
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	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)								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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 Informatik v4										
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>										
	Dr. Hassan Ghasemzadeh Mohammadi										
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>										
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits: Methodische Umsetzung</i></p> <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> <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>• 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>										

#### Approximate Computing

Approximate Computing

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b> Wintersemester			
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
a)	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" data-bbox="271 893 1410 1073"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 893 350 983">zu</th><th data-bbox="350 893 986 983"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="986 893 1144 983"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1144 893 1410 983"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 983 350 1073">a)</td><td data-bbox="350 983 986 1073">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="986 983 1144 1073">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1144 983 1410 1073">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1230 1410 1388"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1230 350 1320">zu</th><th data-bbox="350 1230 986 1320"><b>Form</b></th><th data-bbox="986 1230 1144 1320"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1144 1230 1410 1320"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1320 350 1388">a)</td><td data-bbox="350 1320 986 1388">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="986 1320 1144 1388"></td><td data-bbox="1144 1320 1410 1388">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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>Masterstudiengang Informatik v4</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Dr. Hassan Ghasemzadeh Mohammadi</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

<p><b>13 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>
---

<b>Architektur paralleler Rechnersysteme</b>						
Architectures of Parallel Computer Systems						
<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			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>					
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)	Architektur paralleler Rechnersysteme	V3 Ü2	75	105	WP	20
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Architektur paralleler Rechnersysteme:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Grundlagen der Rechnerarchitektur</p>					

### *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>
---	--

### *3 Wahlpflichtmodule*

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li><li>• 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.</li><li>• 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.</li><li>• Studierende benennen und erklären Architekturmerkmale skalierbarer speichergekoppelte Systeme. Sie beherrschen unterschiedliche Techniken zur Aufrechterhaltung der Speicher-konsistenz und -koherenz 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).</li><li>• Studierende erklären Mechanismen zur Synchronisation (Locks, Barrieren) in Parallelrechnern.</li><li>• 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, Durchsatzerhöhung).</li><li>• 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.</li><li>• Studierende können die Eigenschaften existenter Interconnects (z.B. InfiniBand, OmniPath) benennen.</li><li>• 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.</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)									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>				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%	
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>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>SL</td></tr> </tbody> </table>				zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL	
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>											
<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Architektur paralleler Rechnersysteme:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>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.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Foliensatz</p>												

<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>
	180	6	Sommersemester

### 3 Wahlpflichtmodule

	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>				
		1	en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)	Build It, Break It, Fix It	V3 Ü2	75	105	WP	20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Build It, Break It, Fix It: Empfohlene Vorkenntnisse</i> <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.						

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>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.</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>• 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" data-bbox="271 759 1410 916"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 759 350 848">zu</th><th data-bbox="350 759 986 848"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="986 759 1144 848"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1144 759 1410 848"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 848 350 916">a)</td><td data-bbox="350 848 986 916">Phasenbezogene Prüfung</td><td data-bbox="986 848 1144 916"></td><td data-bbox="1144 848 1410 916">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	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>	a)	Phasenbezogene Prüfung		100%
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>						
a)	Phasenbezogene Prüfung		100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1051 1410 1208"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1051 350 1140">zu</th><th data-bbox="350 1051 986 1140"><b>Form</b></th><th data-bbox="986 1051 1144 1140"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1144 1051 1410 1140"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1140 350 1208">a)</td><td data-bbox="350 1140 986 1208">Praktikumsarbeit mit anschließendem Gespräch</td><td data-bbox="986 1140 1144 1208"></td><td data-bbox="1144 1140 1410 1208">SL, QT</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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Praktikumsarbeit mit anschließendem Gespräch		SL, QT
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
a)	Praktikumsarbeit mit anschließendem Gespräch		SL, QT						
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>Masterstudiengang Informatik v4</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Eric Bodden</p>								
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Build It, Break It, Fix It: Lernmaterialien, Literaturangaben</i></p> <p>Das Kursmaterial wird auf der PANDA-Seite des Kurses angeboten werden.</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Clustering Algorithms</b>																				
Clustering Algorithms																				
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b> Sommer- / Wintersemester																	
			<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b> en															
1	<b>Modulstruktur</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Lehrveranstaltung</b></th> <th><b>Lehr-form</b></th> <th><b>Kontakt-zeit (h)</b></th> <th><b>Selbst-studium (h)</b></th> <th><b>Status (P/WP)</b></th> <th><b>Gruppen-größe (TN)</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Clustering Algorithms</td> <td>V3 Ü2</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>WP</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>							<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	a)	Clustering Algorithms	V3 Ü2	75	105	WP	25
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>														
a)	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 analysieren. 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>																			

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Studierende können die wichtigsten Algorithmentechniken des Clustering benennen und erläutern. Sie können entscheiden, in welcher Situation welcher Algorithmus geeignet ist. Sie kennen 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.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <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;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th><th style="width: 60%;">Prüfungsform</th><th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th><th style="width: 15%;">Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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: 60%;">Form</th><th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th><th style="width: 15%;">SL / QT</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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>Masterstudiengang Informatik v4</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Johannes Blömer</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Clustering Algorithms:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen, Lesegruppen, Kurzvorträge</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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							
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:				
	180	6	Wintersemester				
	Studiensemester:	Dauer (in Sem.):	Sprache:				
		1	en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>		Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	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>						
4	<b>Inhalte:</b>						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b>						
	<b>Nichtkognitive Kompetenzen</b>						

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>													
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)		<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)											
		<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>100%</td><td></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	<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%	
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%											
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL		
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>											
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL											
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													
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>													
	<i>Hinweise der Lehrveranstaltung Combinatorial Optimization: Methodische Umsetzung Lernmaterialien, Literaturangaben</i>													

<b>Computational Argumentation</b>				
Computational Argumentation				
<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	en	

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulstruktur</b>							
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	
1	a) Computational Argumentation	V3 Ü2	75	105	WP	40/20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Computational Argumentation:</i> <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.						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Computational Argumentation:</i> 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.						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> 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. <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)								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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%
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%								
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>								
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL								
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>										
<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Computational Argumentation:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Konzepte und Methoden der Analyse und Synthese von Argumentation werden im Rahmen der Vorlesungen eingeführt. In den Übungen werden diese in semesterbegleitenden Programmierprojekten angewendet.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>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 &amp; Claypool Publishers.</p>											

#### Cooperative Mobile Systems

Cooperative Mobile Systems

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b> Sommersemester				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b> en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	
a)	Cooperative Mobile Systems	V2 Ü3	75	105	WP	40/20	
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Cooperative Mobile Systems:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Systemsoftware und systemnahe Programmierung						
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Cooperative Mobile Systems:</i> Fahrzeug-zu-Umfeld-Kommunikation kann als Basis für neue Anwendungen dienen, die Kooperation zwischen Fahrzeugen der Zukunft möglich macht. Lastwagen, Autos, Fahrräder, Fußgänger, und Smart Cities sind alle Teil eines solchen Gesamtsystems. Diese Veranstaltung deckt sowohl die Grundlagen als auch die Anwendung von Kommunikationskonzepten zum Entwurf kooperativer Fahrzeugsysteme ab. Ein Übungsteil vertieft sowohl die Anwendung theoretischer Konzepte zum Entwurf kooperativer Fahrzeugsysteme als auch die Untersuchung solcher Systeme mittels simulativer Leistungsbewertung. Die Veranstaltung besteht aus einem Vorlesungs- und einem Übungsteil. Der Vorlesungsteil deckt die Theorie ab, der Übungsteil vertieft praktische Aspekte. Für den Übungsteil werden Computersimulationen entworfen, geschrieben (in C++), und ausgeführt (auf Linux-Systemen). Dazu sind Programmier- und Computerkenntnisse essentiell.						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende werden verstehen, wie Fahrzeug-zu-Umfeld-Kommunikation als Grundlage von Anwendungen dienen kann, die Kooperation zwischen Lastwagen, Autos, Fahrrädern, Fußgängern, und Smart Cities möglich machen. Sie werden darüber hinaus in der Lage sein, dieses Wissen für den Entwurf kooperativer Fahrzeugsysteme der Zukunft anzuwenden - sowohl was die Theorie als auch die praktische Umsetzung angeht. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <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)									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th><b>Prüfungsform</b></th> <th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>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	<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%
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%								
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th><b>Form</b></th> <th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th><b>SL / QT</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td>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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben	
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>								
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL								
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.-Ing. Christoph Sommer										
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>										
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Cooperative Mobile Systems:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Vorlesung mit praktischen Übungen</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Folien, Lehrbücher, Papiere</p>										

<b>Data Science in Industrial Applications</b>				
Data Science in Industrial Applications				
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>	
	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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)	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.						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> 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. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Lernkompetenz</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;"> <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)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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;"> <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>a)</td><td>Vorlesungsbegleitende Case Study</td><td></td><td>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>Masterstudiengang Informatik v4</p>											
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu</p>											
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Data Science in Industrial Applications:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>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

### 3 Wahlpflichtmodule

Designing code analyses for large-scale software systems 1						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Designing code analyses for large-scale software systems 1	V3 Ü2	75	105	WP
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 Begrifflichkeiten 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)								
7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>		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.	
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%									
<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>												
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 Informatik v4											
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></p> <p>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>
----	--

<b>Designing code analyses for large-scale software systems 2</b>						
Designing code analyses for large-scale software systems 2						
<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	en		
<b>Modulstruktur</b>						
1	<b>Lehrveranstaltung</b>		<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Designing code analyses for large-scale software systems 2	V3 Ü2	75	105	WP
<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
keine						

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 2:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> 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> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 2:</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 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. <b>Behandelte Themen:</b><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></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" data-bbox="271 983 1410 1170"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 983 346 1080">zu</th><th data-bbox="346 983 981 1080"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="981 983 1192 1080"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1192 983 1410 1080"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1080 346 1170">a)</td><td data-bbox="346 1080 981 1170">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 1080 1192 1170">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1192 1080 1410 1170">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1320 1410 1462"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1320 346 1417">zu</th><th data-bbox="346 1320 981 1417"><b>Form</b></th><th data-bbox="981 1320 1192 1417"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1192 1320 1410 1417"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1417 346 1462">a)</td><td data-bbox="346 1417 981 1462">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="981 1417 1192 1462"></td><td data-bbox="1192 1417 1410 1462">SL</td></tr> </tbody> </table>	zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL						
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>Masterstudiengang Informatik v4</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Eric Bodden
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Designing code analyses for large-scale software systems 2: Methodische Umsetzung</i></p> <p>Vorlesung und Gruppenübungen sowie Programmierübungen mittels realer, weltweit genutzter Frameworks für die statische Analyse (bspw. Soot, Phasar, FlowDroid)</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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 Oeteau, 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							
Modulnummer:		Workload (h):	Leistungspunkte:		Turnus:		
		180	6		Sommersemester		
		Studiensemester:	Dauer (in Sem.):		Sprache:		
			1		de		
1	<b>Modulstruktur</b>						
		Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
	a)	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>  <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>  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 Kurzeitanalyse 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>• Kurzeitanalyse 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 Adaptonsalgorithmus, Echokompensation</li> <li>• Sprachcodierung</li> <li>• Signalformcodierung, parametrische Codierung, hybride Codierverfahren</li> <li>• Codierung im Frequenzbereich</li> <li>• Amplitudenquantisierung: gleichförmige Quantisierung, Quantisierung mit Kompondierung (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>			
	Masterstudiengang Informatik v4			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>			
	Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Digitale Sprachsignalverarbeitung: Methodische Umsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit Tafeleinsatz 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> Bereitstellung eines Skripts; Hinweise auf Lehrbücher; Matlab Skripte</p>			

<b>Efficiency in Games</b>			
Efficiency in Games			
<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	en

### 3 Wahlpflichtmodule

Modulstruktur						
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
1	a) 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> Voraussetzungen sind Grundkalkül und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Spieltheoretische Kenntnisse sind keine Voraussetzung!					

<b>4 Inhalte:</b>	<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 makropan, 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

<b>5</b>	<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>								
<b>6</b>	<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: 60%;">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)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>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>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Efficiency in Games:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Motivation, Theorie, Anwendungen, Beispiele, Übungen</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Das notwendige Material besteht aus den Folien, Vorträgen, Tutorien und Hausaufgaben. Die zusätzliche Lektüre besteht aus:</p> <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>			

<b>Foundations of Cryptography</b>			
Foundations of Cryptography			
<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	en

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulstruktur</b>							
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	
1	a) Foundations of Cryptography	V3 Ü2	75	105	WP	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>• Hashfunctions 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)								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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%
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%								
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td></tr> </tbody> </table>			zu	<b>Form</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben	<b>SL / QT</b>			
zu	<b>Form</b>										
a)	Schriftliche Übungsaufgaben										
<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>										
	Masterstudiengang Informatik v4										
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>										
	Prof. Dr. Johannes Blömer										
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>										
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Foundations of Cryptography:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übungen, Lesegruppen</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oded Goldreich, Foundations of Cryptography I,II,</li> <li>• Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to Modern Cryptography</li> <li>• Folien der Vorlesung</li> </ul>										

#### Foundations of Knowledge Graphs

Foundations of Knowledge Graphs

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	Workload (h): 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>					
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	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 Exkulationsverfahren. 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" data-bbox="271 893 1410 1073"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 893 350 983">zu</th><th data-bbox="350 893 986 983"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="986 893 1160 983"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1160 893 1410 983"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 983 350 1073">a)</td><td data-bbox="350 983 986 1073">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="986 983 1160 1073">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1160 983 1410 1073">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1230 1410 1372"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1230 350 1320">zu</th><th data-bbox="350 1230 986 1320"><b>Form</b></th><th data-bbox="986 1230 1160 1320"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1160 1230 1410 1320"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1320 350 1372">a)</td><td data-bbox="350 1320 986 1372">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="986 1320 1160 1372"></td><td data-bbox="1160 1320 1410 1372">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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>Masterstudiengang Informatik v4</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></p> <p>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></p> <p>Folien, Übungsaufgaben</p>
----	---

<b>Fundamentals of Model-Driven Engineering</b>							
Fundamentals of Model-Driven Engineering							
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)	a)	Fundamentals of Model-Driven Engineering	V3 Ü2	75	105	WP	30
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 Fundamentals of Model-Driven Engineering:</i> Die Verwendung von Modellen als primäre Artefakte im Softwareentwicklungsprozess ist eines der Hauptziele der modellgetriebenen Softwareentwicklung (Englisch: Model-Driven Engineering (MDE)). Um dieses Ziel zu erreichen müssen einige Aufgaben gut unterstützt werden: Die Spezifikation neuer Modellierungssprachen (Metamodellierung), die Erzeugung sowie Manipulation von Modellen (Modelltransformationen), und die Möglichkeit Änderungen an einem Modell auf andere betroffene Modelle zu propagieren (Modellsynchronisierung). Nicht nur ein intuitives Verständnis für diese zentralen Konzepte ist wichtig, sondern auch eine präzise Formalisierung wenigstens der wichtigsten Grundkonzepte. Dies ist vor allem dann unabdingbar, wenn man verlässliche Werkzeugunterstützung bieten möchte. In der Vorlesung werden daher Grundkonzepte des MDE eingeführt und mit einfachen Mitteln der Kategorientheorie formalisiert. Die Vorlesung ist mit dem Ziel entworfen besonders Informatikern zugänglich zu sein. Dies wird erreicht durch eine konstruktive und direkte Abbildung aller Definitionen und Beweiskonstruktionen auf lauffähige Programme in Java. Die Vorlesung ergänzt die Vorlesung "Model-Driven Software Development" so, dass Studierende beide Vorlesungen in beliebiger Reihenfolge besuchen können. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Teil I: Modelle und Metamodelle als getypte Graphen</li><li>• Teil II: Domain Constraints als Graph Conditions</li><li>• Teil III: Monotone Graphtransformationen</li><li>• Teil IV: Modelltransformationen mit Graphtransformationen</li></ul>
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Studierende sind in der Lage, selbständig weiterführende Bücher und Papiere über Graphtransformationen zu lesen und neue Definitionen sowie Konstruktionsverfahren zu verstehen.</li><li>• Studierende können die Methoden zur Formalisierung aus der Vorlesung anwenden um neue Strukturen und die regelbasierte Manipulation dieser Strukturen analog zu formalisieren.</li><li>• Studierende verstehen und schätzen die Vorteile einer präzisen und konstruktiven Formalisierung von Pattern-Matching, Constraints, und Regeln im Kontext der modellgetriebenen Softwareentwicklung.</li><li>• Studierende kennen einige Grundkonzepte der Kategorientheorie und verstehen wie und wieso diese für die Formalisierung von Graphtransformationen verwendet werden.</li></ul> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Haltung und Einstellung</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)								
7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw 40 min</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>		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.	
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%									
<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>												
8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>SL</td></tr> </tbody> </table>				zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
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.												
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. Anthony Anjorin											

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Fundamentals of Model-Driven Engineering:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Mischform einer Frontalveranstaltung (kurze Vorlesungseinheiten) und Übung. Übungsaufgaben werden während der Veranstaltung in Gruppen bearbeitet und diskutiert. Jede Übung besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Der praktische Teil baut auf einem in Java programmierten Framework auf, das für die Vorlesung konzipiert und implementiert wurde. Die letzten 4-5 Termine der Veranstaltung werden für eine themenspezifische Vertiefung der Grundinhalte verwendet. Es werden Gruppen von 3-4 Studierenden gebildet, weiterführende Themen besprochen, gewählt, und als "Mini-Praktikum" parallel bearbeitet. Ergebnisse werden bei dem letzten Termin allen anderen Gruppen präsentiert. In dieser letzten Phase der Veranstaltung sollen Studierende vor allem die selbständige Einarbeitung und Erarbeitung von neuem weiterführendem Wissen üben.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ehrig, H., Ehrig, K., Prange, U., &amp; Taentzer, G. (2006). Fundamentals of Algebraic Graph Transformation. (W. Brauer, G. Rozenberg, &amp; A. Salomaa, Eds.). Springer.</li> <li>• Awodey, S. (2006). Category Theory. Ebsco Publishing.</li> </ul>
----	--

Future Internet									
Future Internet									
<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		en				
1	<b>Modulstruktur</b>								
		<b>Lehrveranstaltung</b>		<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>		
	a)	Future Internet		V3 Ü2	75	105	WP		
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>								
	keine								
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>								
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Future Internet:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Grundkenntnisse in Rechnernetze (z.B. durch die Bachelor-Vorlesung Rechnernetze).</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Future Internet:</i> Die Veranstaltung diskutiert aktuelle, forschungsnahe Entwicklung des Internets und der Vernetzung von Rechenzentren. Sie wird dynamisch an entsprechende Themen angepasst und basiert insbesondere auf wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Themenkatalog ist dynamischer als dies in üblichen Vorlesungen der Fall ist. Mögliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information-centric networking</li> <li>• Optical networking, IP over fibre, MPLS</li> <li>• Open flow, software-defined networking</li> <li>• Inter-domain routing</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Teilnehmer werden durch die Vorlesung an den aktuellen Stand der Internet-Forschung herangeführt. Sie kennen die Schwachpunkte der aktuellen Architektur, können diese geeignet kritisieren und können diese mit aktuellen Vorschlägen kontrastieren sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Lösungen bewerten. Sie können für unterschiedliche Nutzungssituationen die Anwendbarkeit einer bestimmten Lösung einschätzen und voraussagen. Methodisch sind sie in der Lage, Netz-Experimente zu entwerfen und durchzuführen. Teilnehmer können neue Vorschläge für Architekturen und Protokolle kreieren, diese mit anderen Ansätzen vergleichen und bewerten, und sich für eine geeignete Lösung entscheiden. Da die Vorlesung auf aktuellen Veröffentlichungen beruht, sind Teilnehmer in der Lage, sich selbstständig in neues, nicht didaktisch aufbereitetes Material einzuarbeiten.</p> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</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" data-bbox="271 1343 1414 1522"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1343 346 1432">zu</th> <th data-bbox="346 1343 981 1432">Prüfungsform</th> <th data-bbox="981 1343 1144 1432">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1144 1343 1414 1432">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1432 346 1522">a)</td> <td data-bbox="346 1432 981 1522">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="981 1432 1144 1522">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1144 1432 1414 1522">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" data-bbox="271 1680 1414 1837"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1680 346 1769">zu</th> <th data-bbox="346 1680 981 1769">Form</th> <th data-bbox="981 1680 1144 1769">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1144 1680 1414 1769">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1769 346 1837">a)</td> <td data-bbox="346 1769 981 1837">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="981 1769 1144 1837"></td> <td data-bbox="1144 1769 1414 1837">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> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Holger Karl
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Future Internet:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Folien und Tafelanschrieb; begleitende Übungen. Teilnehmer werden zu eigener Literaturstudie aktueller Veröffentlichungen angehalten. In der Übung werden Architekturexperimente, bspw. mit OpenFlow, durchgeführt. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Foliensatz, insbesondere auch aktuelle Veröffentlichungen. Kein umfassendes Lehrbuch verfügbar, Teile abgedeckt durch Stallings, Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud.

Game Theory									
Game Theory									
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:						
	180	6	Sommer- / Wintersemester						
Studiensemester:	Dauer (in Sem.):	Sprache:							
	1	en							
1	<b>Modulstruktur</b>								
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)			
a)	Game Theory	V3 Ü2	75	105	WP	25			
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>								
	keine								

### 3 Wahlpflichtmodule

<p><b>3 Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Game Theory:</i>  <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>          Grundlegendes Kalkül und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Spieltheoretische Kenntnisse sind keine Voraussetzung.</p>
<p><b>4 Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Game Theory:</i>          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 dominierende 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 gemischem 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" data-bbox="274 1529 1410 1709"> <thead> <tr> <th data-bbox="274 1529 346 1635">zu</th> <th data-bbox="346 1529 981 1635">Prüfungsform</th> <th data-bbox="981 1529 1203 1635">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1203 1529 1410 1635">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="274 1635 346 1709">a)</td> <td data-bbox="346 1635 981 1709">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="981 1635 1203 1709">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1203 1635 1410 1709">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> <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>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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	<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>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b> Wintersemester				
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b> en				
1	<b>Modulstruktur</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)		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</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" data-bbox="271 893 1410 1073"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 893 350 983">zu</th><th data-bbox="350 893 986 983"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="986 893 1144 983"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1144 893 1410 983"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 983 350 1073">a)</td><td data-bbox="350 983 986 1073">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="986 983 1144 1073">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1144 983 1410 1073">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1230 1410 1388"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1230 350 1320">zu</th><th data-bbox="350 1230 986 1320"><b>Form</b></th><th data-bbox="986 1230 1144 1320"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1144 1230 1410 1320"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1320 350 1388">a)</td><td data-bbox="350 1320 986 1388">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="986 1320 1144 1388"></td><td data-bbox="1144 1320 1410 1388">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> <li>• Lehrbuch: Pacheco: An Introduction to Parallel Programming. Morgan Kaufmann, 2011.</li> </ul>
----	---

<b>Information Retrieval</b>						
Information Retrieval						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Information Retrieval	V2 Ü3	75	105	WP
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Information Retrieval:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Boolesche Algebra, Vektorräume, Wahrscheinlichkeitstheorie</p>					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Information Retrieval:</i></p> <p>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" data-bbox="274 1401 1408 1574"> <thead> <tr> <th data-bbox="274 1401 350 1484">zu</th> <th data-bbox="350 1401 981 1484"><b>Prüfungsform</b></th> <th data-bbox="981 1401 1192 1484"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1192 1401 1408 1484"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="274 1484 350 1574">a)</td> <td data-bbox="350 1484 981 1574">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="981 1484 1192 1574">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1192 1484 1408 1574">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="274 1729 1408 1879"> <thead> <tr> <th data-bbox="274 1729 350 1812">zu</th> <th data-bbox="350 1729 981 1812"><b>Form</b></th> <th data-bbox="981 1729 1192 1812"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1192 1729 1408 1812"><b>SL / QT</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="274 1812 350 1879">a)</td> <td data-bbox="350 1812 981 1879">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="981 1812 1192 1879"></td> <td data-bbox="1192 1812 1408 1879">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo
13	<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 und 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

<b>Intelligence in Embedded Systems</b>									
Intelligence in Embedded Systems									
<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		en				
1	<b>Modulstruktur</b>								
		<b>Lehrveranstaltung</b>		<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>		
	a)	Intelligence in Embedded Systems		V3 Ü2	75	105	WP		
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>								
	keine								

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Intelligence in Embedded Systems:</i> Intelligente eingebettete Systeme sind technische Systeme, die mittels unterschiedlicher Sensoren und Akten ihre Umwelt wahrnehmen sowie (teil-)autonom mit ihr interagieren. Häufig werden Methoden und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz zur Steuerung des Verhaltens eingesetzt. Diese ermöglichen es den Systemen beispielsweise, ihr Verhalten zielgerichtet zu planen sowie durch Adaption und Lernen selbstständig zu optimieren. Intelligente eingebettete 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 Hilfs- und Diagnosesysteme werden unser privates und berufliches Leben in absehbarer Zukunft tiefgreifend verändern. Diese Vorlesung greift wichtige Aspekte des Entwurfs intelligenter eingebetteter Systeme auf und vermittelt entsprechende theoretische und methodische Grundlagen. Ausgehend von typischen Architekturen solcher Systeme erstrecken sich die Inhalte über Themen der intelligenten Sensorverarbeitung und Modellierung der Umwelt bis hin zur intelligenten Handlungssteuerung und Selbstdadaptation. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsszenarien und Architekturen</li> <li>• Bildverarbeitung</li> <li>• Sensorfusion</li> <li>• Karten und Navigation</li> <li>• Reaktive Agenten/verhaltensbasierte Programmierung, affective computing</li> <li>• Planen und Grundlagen kooperativen Handelns</li> <li>• Lernen (verstärkendes Lernen, Bayessches Lernen)</li> </ul>
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende benennen und erklären Methoden und Algorithmen zur intelligenten Sensorverarbeitung und Handlungssteuerung (z. B. Bildverarbeitung, Sensorfusion, Kartendarstellung, Navigation, Planung und maschinellem Lernen). Sie verstehen und lösen Probleme bei der Umsetzung in eingebetteten Systemen, die über eingeschränkte Ressourcen verfügen. Ferner sind sie in der Lage sich in neue Verfahren einzuarbeiten, sie zu beurteilen und sie einzusetzen, insbesondere im Kontext eingebetteter Systeme. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz und Engagement</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)	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>			
	Dr. Bernd Kleinjohann			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Intelligence in Embedded Systems:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Folien</li> <li>• Interaktive Übungen, in denen die Studenten das Verständnis des Stoffes vertiefen und das Gelernte anwenden</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien, Publikationen, Bücher</li> <li>• St. Russel, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach</li> <li>• R. Arkin: Behavior-Based Robotics</li> <li>• Weitere Literatur (Bücher, Publikationen) wird in der Vorlesung bekanntgegeben.</li> </ul>			

#### Interactive Data Visualization

Interactive Data Visualization

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	Workload (h): 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>					
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Interactive Data Visualization	V2 Ü1 P2	75	105	WP	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Interactive Data Visualization:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Sicherer Umgang mit zumindest einem Grafik API.					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Interactive Data Visualization:</i> Die Datenvisualisierung stellt Methoden und Techniken bereit, um die den Datensätzen zugrunde liegenden korrelierenden Strukturen und Beziehungen zu erfassen und zu präsentieren. Datensätze können dabei aus unterschiedlichsten Anwendungen kommen. Das Hauptziel der Präsentation ist die Kommunikation der im Datensatz enthaltenen Information in ausdrucks voller und wirksamer Weise für den menschlichen Betrachter. In diesem Kontext ist die Visualisierung (=das Ergebnis des Visualisierungsprozesses) ein computergeneriertes Bild oder eine Folge von Bildern, wobei der Input in diesen Prozess Daten sind und das Ziel dieses Prozesses die menschliche Wahrnehmung ist. Der Visualisierungsprozess kann also auch als Abbildung von Daten in ausdrucksstarke und wirksame (visuelle) Repräsentationen für den Menschen gesehen werden. Interaktive Visualisierung verlangt ein Grundverständnis über Daten und ihre inhärenten Strukturen, Datenvorverarbeitungsmethoden und angemessene (interaktive) Visualisierungstechniken. Ausser diesen Aspekten sind die Abbildung von Daten auf visuelle Variablen ("Design Stage"), das Verständnis zur menschlichen Perzeption, die Visualisierungsziele des Nutzers und Evaluierungskriterien um das Resultat eines Visualisierungsprozesses zu bewerten, sehr wichtig für den Erfolg einer Visualisierung. Die Themen der Vorlesung sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data, data models and data preprocessing</li> <li>• Design (map data to visual variables)</li> <li>• The User and the Task</li> <li>• Visualization techniques (e.g. 2D and 3D scalar, volume, and flow visualization; multi-variate visualization techniques, networks, graphs, and many more)</li> <li>• Interaction methods and techniques</li> <li>• Evaluation methods</li> <li>• Systems and tools for visualization</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Der Visualisierungsprozess kann von Studierenden anhand des Vier-Komponentenmodells (Reality, Data, Picture(s), User) erklärt werden. Studierende besitzen die Fähigkeit, selektive Algorithmen zur Datenanalyse und Datenvorverarbeitung (z.B. Transferfunktionen, Filterung, statistische Analysen, Sampling, Skalierung) in Rechenschritten nachzuvollziehen und mit einem modernen API umzusetzen. APIs und Tools zur Visualisierung von unterschiedlichen Datensätzen und Visualisierungszielen können bewertet werden.</p> <p>Für unterschiedliche Datenmodelle können mehrere mögliche Visualisierungstechniken und Interaktionstechniken benannt und erklärt werden. Studierende besitzen die Fähigkeit, ihre eigenen sowie fremde Visualisierungen auf ihre Ausdrucksfähigkeit, Wirksamkeit, Angemessenheit und Skalierbarkeit zu bewerten. Bewertungsmethoden (Evaluationsmethoden) für den Einsatz in der Entwicklung von Visualisierungssoftware können benannt und erklärt werden.</p> <p>Über den Design Prozess in der Visualisierung (Abbildung von Daten-Parametern auf visuelle Variablen) kann qualifiziert diskutiert werden. Für den Visualisierungsprozess relevante Nutzer-, Daten-, und Hardwareeigenschaften sind bekannt und können in den Design Prozess eingebracht werden.</p> <p>Studierende demonstrieren in einem Visualisierungsprojekt ihre Fähigkeit, sich in</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungskontexte (z.B. Medizin, Astronomie, Computer-Netzwerk-Analyse, Textkorpora-Analyse) schnell einzuarbeiten,</li> <li>• alleine oder im Team Lösungswege zu recherchieren, zu verstehen, und einen oder mehrere Lösungswege zu implementieren,</li> <li>• Lösungswege und resultierende Visualisierungen technisch verständlich und motivierend zu präsentieren.</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>• Medienkompetenz</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" data-bbox="271 1410 1410 1590"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1410 346 1500">zu</th> <th data-bbox="346 1410 981 1500">Prüfungsform</th> <th data-bbox="981 1410 1144 1500">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1144 1410 1410 1500">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1500 346 1590">a)</td> <td data-bbox="346 1500 981 1590">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="981 1500 1144 1590">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1144 1500 1410 1590">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>								

### 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> Prof. Dr. Gitta Domik-Kienegger
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Interactive Data Visualization:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> Die Vorlesung nutzt Beamer und Tafel. Die Studierenden bearbeiten kurze In-Class Aufgaben und diskutieren dann mit der Dozentin über unterschiedliche Lösungen bzw. Probleme bei den Lösungen. Hausaufgaben werden nach kurzer Vorbereitung in der Zentralübung von den Studierenden alleine gelöst, ihre Lösungen werden in der Zentralübung vorgestellt und diskutiert. Im letzten Drittel der Veranstaltung wird an einem Gruppenprojekt gearbeitet. Die Studierenden präsentieren am Ende der Veranstaltung ihre Lösungen und bewerten die Projekte ihrer Kommilitonen. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Foliensatz der Vorlesung; Textbuch "Interactive Data Visualization", M. Ward, G. Grinstein, D. Keim, A K Peters.

<b>Introduction to Quantum Computation</b>									
Introduction to Quantum Computation									
<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		en				
1	<b>Modulstruktur</b>								
		<b>Lehrveranstaltung</b>		<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>		
	a)	Introduction to Quantum Computation		V3 Ü2	75	105	WP		
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>  <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" data-bbox="271 1394 1406 1574"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1394 350 1484">zu</th><th data-bbox="350 1394 978 1484"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="978 1394 1176 1484"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1176 1394 1406 1484"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1484 350 1574">a)</td><td data-bbox="350 1484 978 1574">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="978 1484 1176 1574">120-180 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1176 1484 1406 1574">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	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>	a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min bzw. 40 min	100%
zu	<b>Prüfungsform</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>Gewichtung für die Modulnote</b>						
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	120-180 min bzw. 40 min	100%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1731 1406 1877"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1731 350 1821">zu</th><th data-bbox="350 1731 978 1821"><b>Form</b></th><th data-bbox="978 1731 1176 1821"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1176 1731 1406 1821"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1821 350 1877">a)</td><td data-bbox="350 1821 978 1877">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="978 1821 1176 1877"></td><td data-bbox="1176 1821 1406 1877">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Masterstudiengang Informatik v3
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																				
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:																	
	180	6	Wintersemester																	
		Studiensemester:	Dauer (in Sem.):	Sprache:																
			1	de																
1	<b>Modulstruktur</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lehrveranstaltung</th> <th>Lehr-form</th> <th>Kontakt-zeit (h)</th> <th>Selbst-studium (h)</th> <th>Status (P/WP)</th> <th>Gruppen-größe (TN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Kontextuelle Informatik</td> <td>V2 Ü3</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>WP</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>							Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)	a)	Kontextuelle Informatik	V2 Ü3	75	105	WP	30
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)														
a)	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> <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> 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? 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	<b>Prüfungsleistung:</b>											
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)	<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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%	
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%									
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>									
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL									
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>											
	Masterstudiengang Informatik v4											
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>											
	Dr. Harald Selke											
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>											
	<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						
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:			
	180	6	Sommer- / Wintersemester			
	Studiensemester:	Dauer (in Sem.):	Sprache:			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	Lehrveranstaltung		Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)
	a)	Logic Programming for Artificial Intelligence	V3 Ü2	75	105	WP
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Logic Programming for Artificial Intelligence:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>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.</p>					
4	<b>Inhalte:</b>					
	<p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Logic Programming for Artificial Intelligence:</i></p> <p>Diese Lehrveranstaltung betrachtet verschiedene Konzepte und Techniken der Informatik, der Künstlichen Intelligenz und 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 Domänen-spezifische Sprachen.</p> <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>• Interpreters 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" data-bbox="271 1545 1410 1724"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1545 350 1635">zu</th> <th data-bbox="350 1545 986 1635">Prüfungsform</th> <th data-bbox="986 1545 1144 1635">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1144 1545 1410 1635">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1635 350 1724">a)</td> <td data-bbox="350 1635 986 1724">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="986 1635 1144 1724">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1144 1635 1410 1724">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>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Logic Programming for Artificial Intelligence:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Theoretische Konzepte werden in der Vorlesung erläutert und in den Tutorien in kleinen Gruppen vertieft. Tutorien werden als praktische Übungen am Computer durchgeführt.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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>
	180	6	Sommer- / Wintersemester
	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>
		1	en

### 3 Wahlpflichtmodule

Modulstruktur						
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
1	a) 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: Empfohlene Vorkenntnisse</i> 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)								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th>Prüfungsform</th><th>Dauer bzw. Umfang</th><th>Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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 Informatik v4										
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></p> <p>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-Ismail, 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>
	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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)	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 Maschinellem Lernen (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 fortgeschrittenen 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

<b>5 Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> 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. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernkompetenz</li> <li>• Lernmotivation</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
<b>6 Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 60%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>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%					
<b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b> keine								
<b>8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen:</b> keine								
<b>9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits:</b> Die Vergabe von Credits erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung bestanden ist.								
<b>10 Gewichtung für Gesamtnote:</b> Das Modul wird mit der Anzahl seiner Credits gewichtet (Faktor 1).								
<b>11 Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> Masterstudiengang Informatik v4								
<b>12 Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Eyke Hüllermeier								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Machine Learning II:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>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-Ismail, 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>Mobile Communication</b>						
Mobile Communication						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
a)		Mobile Communication	V3 Ü2	75	105	WP
2 <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>						
keine						
3 <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>						
<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Mobile Communication:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Grundkenntnisse in Rechnernetze (z.B. durch die Bachelor-Vorlesung Rechnernetze).</p>						

### 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" data-bbox="276 1320 1410 1491"> <thead> <tr> <th data-bbox="276 1320 346 1410">zu</th> <th data-bbox="346 1320 981 1410">Prüfungsform</th> <th data-bbox="981 1320 1156 1410">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1156 1320 1410 1410">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="276 1410 346 1491">a)</td> <td data-bbox="346 1410 981 1491">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="981 1410 1156 1491">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1156 1410 1410 1491">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" data-bbox="276 1641 1410 1812"> <thead> <tr> <th data-bbox="276 1641 346 1731">zu</th> <th data-bbox="346 1641 981 1731">Form</th> <th data-bbox="981 1641 1156 1731">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1156 1641 1410 1731">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="276 1731 346 1812">a)</td> <td data-bbox="346 1731 981 1812">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="981 1731 1156 1812"></td> <td data-bbox="1156 1731 1410 1812">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> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Holger Karl
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.

<b>Model Checking</b>							
Model Checking							
<b>Modulnummer:</b>		<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b> Sommer- / Wintersemester			
		<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b> en			
1	<b>Modulstruktur</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
	a)	Model Checking	V3 Ü2	75	105	WP	40
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Model Checking:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Logik, imperative Programmierung, Parallelität						

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Model Checking:</i></p> <p>In dieser Vorlesung werden automatische Verfahren zur Verifikation von Software- oder Hardware-systemen vorgestellt, d.h. Verfahren, die prüfen, ob ein System korrekt gegenüber spezifizierten Anforderungen ist. Für die Beschreibung der Anforderungen werden dabei temporale Logiken (CTL und LTL) genutzt. Solche Verifikationsverfahren sind in Werkzeugen umgesetzt, von denen eines in der Vorlesung erklärt und in den Übungen genutzt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to model checking</li> <li>• LTL</li> <li>• Spin – a model checking tool</li> <li>• LTL model checking, Büchi automata</li> <li>• CTL</li> <li>• Explicit state model checking for CTL</li> <li>• BDDs</li> <li>• Symbolic model checking</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage für Software oder Hardwaresysteme Anforderungen formal in temporaler Logik zu spezifizieren und kennen Werkzeuge, um diese Anforderungen automatisch zu prüfen. Sie kennen die Funktionsweise von Modelchecking-Algorithmen, und die Unterschiede zwischen linear-time und branching-time Logiken. Sie können neue Forschungsansätze im Bereich Verifikation verstehen und in Bestehendes einordnen. Die Studierenden können einfache formale Beweise selber entwickeln sowie die in der Vorlesung vorgestellten Beweise erklären.</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> </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" data-bbox="271 1372 1414 1558"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1372 350 1462">zu</th> <th data-bbox="350 1372 970 1462"><b>Prüfungsform</b></th> <th data-bbox="970 1372 1176 1462"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1176 1372 1414 1462"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1462 350 1558">a)</td> <td data-bbox="350 1462 970 1558">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="970 1462 1176 1558">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1176 1462 1414 1558">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1709 1414 1859"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1709 350 1799">zu</th> <th data-bbox="350 1709 970 1799"><b>Form</b></th> <th data-bbox="970 1709 1176 1799"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1176 1709 1414 1799"><b>SL / QT</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1799 350 1859">a)</td> <td data-bbox="350 1799 970 1859">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="970 1799 1176 1859"></td> <td data-bbox="1176 1799 1414 1859">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Prof. Dr. Heike Wehrheim
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Model Checking:</i> <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 mit dem Modelchecker Spin werden die erlernten Kenntnisse angewendet. <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Christel Baier, Joost-Pieter Katoen: Principles of Model Checking</li> <li>• Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben</li> </ul>

<b>Model-Based Systems Engineering</b>						
Model-Based Systems Engineering						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Model-Based Systems Engineering	V3 Ü2	75	105	WP ??
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Model-Based Systems Engineering:</i>  <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>  Grundlagen des Systems Engineering</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><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. Ferner werden wesentliche Analysemethoden für den Test von Systementwürfen behandelt. Im Fokus stehen multidisziplinäre, software-intensive Systeme aus den Branchen Maschinen- und Anlagen sowie Automotive.</p> <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>• MBSE-Tools</li> <li>• Analysemethoden auf Basis des Systemmodells</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>LERNERGEBNISSE BITTE ERGÄNZEN!!!  <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b>  BITTE ERGÄNZEN!!!</p>								
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"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>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>								

### 3 Wahlpflichtmodule

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Model-Based Systems Engineering:</i> <b>Methodische Umsetzung</b> <b>FEHLT</b> <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> <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> </ul>

<b>Networked Embedded Systems</b>						
Networked Embedded Systems						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Networked Embedded Systems	V3 Ü2	75	105	WP
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Networked Embedded Systems:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Systemsoftware und systemnahe Programmierung					

### 3 Wahlpflichtmodule

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" data-bbox="271 1125 1410 1304"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1125 350 1215">zu</th><th data-bbox="350 1125 981 1215"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="981 1125 1203 1215"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1203 1125 1410 1215"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1215 350 1304">a)</td><td data-bbox="350 1215 981 1304">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 1215 1203 1304">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1203 1215 1410 1304">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1455 1410 1612"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1455 350 1545">zu</th><th data-bbox="350 1455 981 1545"><b>Form</b></th><th data-bbox="981 1455 1203 1545"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1203 1455 1410 1545"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1545 350 1612">a)</td><td data-bbox="350 1545 981 1612">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="981 1545 1203 1612"></td><td data-bbox="1203 1545 1410 1612">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> 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

<b>Online and Adaptive Machine Learning</b>									
Online and Adaptive Machine Learning									
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:						
	180	6	Sommer- / Wintersemester						
Studiensemester:		Dauer (in Sem.):	Sprache:						
		1	en						
1 <b>Modulstruktur</b>									
	Lehrveranstaltung			Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)		
	a)	Online and Adaptive Machine Learning		V3 Ü2	75	105	WP		
2 <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>									
keine									
3 <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>									
<i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Online and Adaptive Machine Learning:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundlagen in Mathematik (lineare Algebra, Statistik), Programmierung und Algorithmen.									

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Online and Adaptive Machine Learning:</i>  In vielen Anwendungsfällen des Maschinellen Lernens wie z.B. bei der Wettervorhersage, der Trendvorhersage an Finanzmärkten oder der Platzierung von Online Werbung sind Daten nur in sequentieller Reihenfolge verfügbar, jedoch müssen Entscheidungen bzw. Vorhersagen in Echtzeit getroffen werden, wobei nur die bislang beobachteten Daten zur Verfügung stehen. Um mit dem dynamischen Aspekt der Datenverfügbarkeit solcher Probleme aus der Praxis umzugehen, ist der Bereich des Online Lernens als Erweiterung der Statistischen Lerntheorie entstanden. Diese Vorlesung gibt eine Einführung in die aktuelle Entwicklung der Lernalgorithmen für den Bereich des Online Lernens mit dem Schwerpunkt auf Lernproblemen konvexer Natur und den sogenannten Banditen Problemen. Die Grundideen solcher Lernalgorithmen sowie die benötigten mathematischen Werkzeuge zur theoretischen Analyse werden vermittelt.  Themen sind: Online convex optimization, regret minimization, online learning with partial feedback and exploration-exploitation tradeoffs and a selection of advanced topics.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Probleme im Bereich des Online Lernens und sind mit den aktuellen Methoden vertraut. Sie können diese Methoden für praktische Problemstellungen anwenden sowie deren theoretischen Eigenschaften analysieren.</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" data-bbox="276 1208 1410 1379"> <thead> <tr> <th data-bbox="276 1208 362 1298">zu</th><th data-bbox="362 1208 975 1298">Prüfungsform</th><th data-bbox="975 1208 1156 1298">Dauer bzw. Umfang</th><th data-bbox="1156 1208 1410 1298">Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="276 1298 362 1379">a)</td><td data-bbox="362 1298 975 1379">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="975 1298 1156 1379">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1156 1298 1410 1379">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	<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).								

### 3 Wahlpflichtmodule

11	<b>Verwendung des Moduls in anderen Studiengängen:</b> keine		
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Dr. Viktor Bengs		
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Online and Adaptive Machine Learning:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>Theoretische Grundlagen und Konzepte des Online 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> <p>Vorlesungsskript und eine Liste mit Artikelempfehlungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Bubeck. Convex Optimization: Algorithms and Complexity, Foundations and Trends in Machine Learning, 2015.</li> <li>• S. Bubeck and N. Cesa-Bianchi. Regret Analysis of Stochastic and Nonstochastic Multi-armed Bandit Problems, Foundations and Trends in Machine Learning, 2012.</li> <li>• S. Shalev-Shwartz. Online Learning and Online Convex Optimization, Foundations and Trends in Machine Learning, 2011.</li> </ul>		

Planning and Heuristic Search																					
Planning and Heuristic Search																					
<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> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Lehrveranstaltung</b></th> <th><b>Lehr-form</b></th> <th><b>Kontakt-zeit (h)</b></th> <th><b>Selbst-studium (h)</b></th> <th><b>Status (P/WP)</b></th> <th><b>Gruppen-größe (TN)</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Planning and Heuristic Search</td> <td>V3 Ü2</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>WP</td> <td>40/20</td> </tr> </tbody> </table>								<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	a)	Planning and Heuristic Search	V3 Ü2	75	105	WP	40/20
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>															
a)	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.																				

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><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 fo-kussieren. Als ein Anwendungsbeispiel werden Planungsverfahren als heuristische Suche imple-mentiert. In beiden Bereichen werden theoretische Ergebnisse vorgestellt und bewiesen.</p> <p><b>Bereich Planen</b></p> <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> <p><b>Bereich Heuristische Suche</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Suchraumrepräsentationen</li><li>• Informierte Suchverfahren</li><li>• Relaxierte Modelle</li><li>• Formale Eigenschaften informierter Suchverfahren</li></ul>
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>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>										
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)	<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Prüfungsform</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Klausur oder mündliche Prüfung</td><td>90-120 min bzw. 40 min</td><td>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	<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%
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%								
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th><th><b>Form</b></th><th><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td><td>Schriftliche Übungsaufgaben</td><td></td><td>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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>								
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL								
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. Theodor Lettmann											

### 3 Wahlpflichtmodule

<p><b>13 Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Planning and Heuristic Search:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion</li> <li>• Hausaufgaben</li> <li>• Referenzimplementationen</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien</li> <li>• Lehrbücher:</li> <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> <li>• Übungsaufgaben</li> <li>• Liste von klassischen und aktuellen Papieren, z.B. R. Ebendt, 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>
--

<b>Quantum Algorithms</b>							
Quantum Algorithms							
<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	en			
1 <b>Modulstruktur</b>							
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)		Quantum Algorithms	V3 Ü2	75	105	WP	20
2 <b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>							
keine							
3 <b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>							
<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Quantum Algorithms:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Lineare Algebra, Quanteninformatik</p>							

### 3 Wahlpflichtmodule

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" data-bbox="271 1176 1410 1356"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1176 350 1266">zu</th><th data-bbox="350 1176 981 1266"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="981 1176 1203 1266"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1203 1176 1410 1266"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1266 350 1356">a)</td><td data-bbox="350 1266 981 1356">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 1266 1203 1356">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1203 1266 1410 1356">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1513 1410 1648"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1513 350 1603">zu</th><th data-bbox="350 1513 981 1603"><b>Form</b></th><th data-bbox="981 1513 1203 1603"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1203 1513 1410 1603"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1603 350 1648">a)</td><td data-bbox="350 1603 981 1648">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="981 1603 1203 1648"></td><td data-bbox="1203 1603 1410 1648">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Masterstudiengang Informatik v3
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>																
		180	6	Sommersemester																
		<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>																
			1	en																
1	<b>Modulstruktur</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Lehrveranstaltung</b></th> <th><b>Lehr-form</b></th> <th><b>Kontakt-zeit (h)</b></th> <th><b>Selbst-studium (h)</b></th> <th><b>Status (P/WP)</b></th> <th><b>Gruppen-größe (TN)</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Quantum Complexity Theory</td> <td>V3 Ü2</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>WP</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>							<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	a)	Quantum Complexity Theory	V3 Ü2	75	105	WP	20
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>														
a)	Quantum Complexity Theory	V3 Ü2	75	105	WP	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																			

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><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.</p> <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	<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>• 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> <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" data-bbox="274 1304 1413 1477"> <thead> <tr> <th data-bbox="274 1304 354 1394">zu</th><th data-bbox="354 1304 973 1394"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="973 1304 1195 1394"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1195 1304 1413 1394"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="274 1394 354 1477">a)</td><td data-bbox="354 1394 973 1477">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="973 1394 1195 1477">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1195 1394 1413 1477">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="274 1641 1413 1792"> <thead> <tr> <th data-bbox="274 1641 354 1731">zu</th><th data-bbox="354 1641 973 1731"><b>Form</b></th><th data-bbox="973 1641 1195 1731"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1195 1641 1413 1731"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="274 1731 354 1792">a)</td><td data-bbox="354 1731 973 1792">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="973 1731 1195 1792"></td><td data-bbox="1195 1731 1413 1792">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Masterstudiengang Informatik v3
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Jun. Prof. Dr. Sevag Gharibian
13	<b>Sonstige Hinweise:</b> <i>Hinweise der Lehrveranstaltung Quantum Complexity Theory:</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>• 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>

<b>Real World Crypto Engineering</b>						
Real World Crypto Engineering						
<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		en	
1	<b>Modulstruktur</b>					
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Real World Crypto Enginee-ring	V3 Ü2	75	105	WP
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Real World Crypto Engineering:</i>  <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>  Basiskenntnisse in Programmierung, IT-Sicherheit und Kryptographie</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><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.</p>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>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.</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" data-bbox="271 1237 1399 1410"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1237 350 1327">zu</th> <th data-bbox="350 1237 986 1327">Prüfungsform</th> <th data-bbox="986 1237 1144 1327">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1144 1237 1399 1327">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1327 350 1410">a)</td> <td data-bbox="350 1327 986 1410">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="986 1327 1144 1410">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1144 1327 1399 1410">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" data-bbox="271 1551 1399 1724"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1551 350 1641">zu</th> <th data-bbox="350 1551 986 1641">Form</th> <th data-bbox="986 1551 1144 1641">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1144 1551 1399 1641">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1641 350 1724">a)</td> <td data-bbox="350 1641 986 1724">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="986 1641 1144 1724"></td> <td data-bbox="1144 1641 1399 1724">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> Masterstudiengang Informatik v3
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

Reconfigurable Computing						
Reconfigurable Computing						
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Reconfigurable Computing	V2 Ü3	75	105	WP
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.					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><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.</p> <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	<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>• 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> <p><b>Nichtkognitive Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</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" data-bbox="271 1176 1410 1356"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1176 350 1266">zu</th><th data-bbox="350 1176 986 1266"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="986 1176 1192 1266"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1192 1176 1410 1266"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1266 350 1356">a)</td><td data-bbox="350 1266 986 1356">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="986 1266 1192 1356">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1192 1266 1410 1356">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1518 1410 1653"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1518 350 1608">zu</th><th data-bbox="350 1518 986 1608"><b>Form</b></th><th data-bbox="986 1518 1192 1608"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1192 1518 1410 1608"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1608 350 1653">a)</td><td data-bbox="350 1608 986 1653">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="986 1608 1192 1653"></td><td data-bbox="1192 1608 1410 1653">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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. Marco Platzner
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Reconfigurable Computing: Methodische Umsetzung</i></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>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>																
		180	6	Sommersemester																
		<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>																
			1	en																
1	<b>Modulstruktur</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Lehrveranstaltung</b></th> <th><b>Lehr-form</b></th> <th><b>Kontakt-zeit (h)</b></th> <th><b>Selbst-studium (h)</b></th> <th><b>Status (P/WP)</b></th> <th><b>Gruppen-größe (TN)</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Routing and Data Management in Networks</td> <td>V3 Ü2</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>WP</td> <td>40/20</td> </tr> </tbody> </table>							<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>	a)	Routing and Data Management in Networks	V3 Ü2	75	105	WP	40/20
	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>														
a)	Routing and Data Management in Networks	V3 Ü2	75	105	WP	40/20														
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine																			

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Routing and Data Management in Networks:</i>  <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>  Algorithmen-Entwurf, theoretische Korrektheit und Effizienzbeweise, Werkzeuge aus der Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitstheorie.</p>								
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" data-bbox="271 1372 1410 1558"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1372 350 1462">zu</th> <th data-bbox="350 1372 970 1462"><b>Prüfungsform</b></th> <th data-bbox="970 1372 1160 1462"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1160 1372 1410 1462"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1462 350 1558">a)</td> <td data-bbox="350 1462 970 1558">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="970 1462 1160 1558">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1160 1462 1410 1558">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1702 1410 1866"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1702 350 1837">zu</th> <th data-bbox="350 1702 970 1837"><b>Form</b></th> <th data-bbox="970 1702 1160 1837"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1160 1702 1410 1837"><b>SL / QT</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1837 350 1866">a)</td> <td data-bbox="350 1837 970 1866">Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td data-bbox="970 1837 1160 1866"></td> <td data-bbox="1160 1837 1410 1866">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Routing and Data Management in Networks: Methodische Umsetzung</i></p> <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> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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 Analysis																				
Software Analysis																				
<b>Modulnummer:</b>		<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>		<b>Turnus:</b>															
		180	6		Sommer- / Wintersemester															
		<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>		<b>Sprache:</b>															
			1		en															
1	<b>Modulstruktur</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lehrveranstaltung</th> <th>Lehr-form</th> <th>Kontakt-zeit (h)</th> <th>Selbst-studium (h)</th> <th>Status (P/WP)</th> <th>Gruppen-größe (TN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Software Analysis</td> <td>V3 Ü2</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>WP</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>							Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)	a)	Software Analysis	V3 Ü2	75	105	WP	40
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)														
a)	Software Analysis	V3 Ü2	75	105	WP	40														
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine																			

### 3 Wahlpflichtmodule

3	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Software Analysis:</i>  <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>  Logic, imperative programming</p>								
4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Software Analysis:</i>  In der Vorlesung werden statische Analysemethoden für Programm vorgestellt. Die Information, die dabei gewonnen wird, kann für die Optimierungsphase von Compilern, aber auch für den Nachweis der Korrektheit von Programmen genutzt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to static analysis</li> <li>• Programs and their semantics</li> <li>• Dataflow analysis</li> <li>• Abstract interpretation</li> <li>• Predicate Abstraction and Abstraction Refinement</li> <li>• Single static assignment (SSA) forms</li> <li>• Points-to analysis</li> <li>• Program Slicing</li> </ul>								
5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Prinzipien von Datenflussanalysen und ihre Vor- und Nachteile. Sie können einschätzen, wann Datenflussanalysen sinnvoll und wann pfadsensitive Analysen benötigt sind. Studierende können eigene Analysen entwerfen und wissen, wie diese umzusetzen sind. Sie kennen das Prinzip der Überapproximation.</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> </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" data-bbox="276 1410 1410 1590"> <thead> <tr> <th data-bbox="276 1410 346 1500">zu</th> <th data-bbox="346 1410 975 1500">Prüfungsform</th> <th data-bbox="975 1410 1171 1500">Dauer bzw. Umfang</th> <th data-bbox="1171 1410 1410 1500">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="276 1500 346 1590">a)</td> <td data-bbox="346 1500 975 1590">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="975 1500 1171 1590">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1171 1500 1410 1590">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. Heike Wehrheim			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Software Analysis:</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>• Nielson, Nielson, Hankin: Principles of Program Analysis</li> <li>• Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben</li> </ul>			

<b>Software Quality Assurance</b>			
Software Quality Assurance			
<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	en

### 3 Wahlpflichtmodule

Modulstruktur						
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
1	a) 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					
4	<b>Inhalte:</b> <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Software Quality Assurance:</i> 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. <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: Fundamental Testprozess, Black Box Testen, White Box Testen</li> </ul> </li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Qualitätseigenschaften von Entwicklungsprozessen, Softwaremodellen 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>								
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" data-bbox="271 848 1410 1019"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 848 346 929">zu</th><th data-bbox="346 848 981 929"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="981 848 1208 929"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1208 848 1410 929"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 929 346 1019">a)</td><td data-bbox="346 929 981 1019">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 929 1208 1019">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1208 929 1410 1019">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1167 1410 1338"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1167 346 1293">zu</th><th data-bbox="346 1167 981 1293"><b>Form</b></th><th data-bbox="981 1167 1208 1293"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1208 1167 1410 1293"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1293 346 1338">a)</td><td data-bbox="346 1293 981 1338">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="981 1293 1208 1338"></td><td data-bbox="1208 1293 1410 1338">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Software Quality Assurance:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>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>
----	---

<b>Statistical Natural Language Processing</b>						
Statistical Natural Language Processing						
Modulnummer:	Workload (h):	Leistungspunkte:	Turnus:			
	180	6	Wintersemester			
	Studiensemester:	Dauer (in Sem.):	Sprache:			
		1	en			
1	<b>Modulstruktur</b>					
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Statistical Natural Language Processing	V2 Ü3	75	105	WP	30
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical Natural Language Processing:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Vektorräume, Grammatik natürlicher Sprachen, Wahrscheinlichkeitstheorie</p>					

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Statistical Natural Language Processing:</i> Diese Vorlesung vermittelt Methoden und Verfahren zur Konzeption und Implementierung von Sprachverarbeitungspipelines. Zu den Kerninhalten gehören Textvorverarbeitung, Parsing, distributionale Semantik, dedizierte maschinelle Lernverfahren und Anwendungen wie Fragebeantwortungssysteme.</p> <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>
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>

### 3 Wahlpflichtmodule

6	<b>Prüfungsleistung:</b>										
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP)	<input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP)	<input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP)								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Prüfungsform</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote	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.
zu	Prüfungsform	Dauer bzw. Umfang	Gewichtung für die Modulnote								
a)	Klausur oder mündliche Prüfung	90-120 min bzw. 40 min	100%								
7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>zu</th> <th>Form</th> <th>Dauer bzw. Umfang</th> <th>SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td>SL</td> </tr> </tbody> </table>		zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT	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.
zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT								
a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL								
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>										
	Masterstudiengang Informatik v4										
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>										
	Prof. Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo										
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>										
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Statistical Natural Language Processing:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <p>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 Inhalten verstanden haben. Im Rahmen des Mini-Projekts (2SWS) wird eine praktische Aufgabe mit Hilfe von Methoden aus dem Semantik Web gelöst.</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <p>Folien und Übungsaufgaben</p>										

#### Statistical Signal Processing

Statistical Signal Processing

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Modulnummer:</b>	Workload (h): 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>					
	Lehrveranstaltung	Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)	Gruppen-größe (TN)
a)	Statistical Signal Processing	V2 Ü2	60	120	WP	60/20
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Statistical Signal Processing:</i> <b>Empfohlene Vorkenntnisse</b> Grundvorlesungen der Signaltheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung					
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b> <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.					
<b>5</b>	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> 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. <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>			
	Masterstudiengang Informatik v4			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>			
	Prof. Dr. Peter Schreier			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><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.</p>			

<b>Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung</b>				
Strategic product planning in the age of digitalization				
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>	
	180	6		Wintersemester

### 3 Wahlpflichtmodule

	<b>Studiensemester:</b>	<b>Dauer (in Sem.):</b>	<b>Sprache:</b>				
		1	de				
1	<b>Modulstruktur</b>						
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)		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						
4	<b>Inhalte:</b> <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.						
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> 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. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Kooperationskompetenz</li> <li>• Motivationale und volitionale Fähigkeiten</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>			
	Masterstudiengang Informatik v4			
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b>			
	Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b> Vorlesung mit Übung und begleitender Case Study</p> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Folien und Übungsaufgaben; Literaturangaben erfolgen in der ersten Veranstaltung.</p>			

<b>Topics in Pattern Recognition and Machine Learning</b>				
Topics in Pattern Recognition and Machine Learning				
<b>Modulnummer:</b>	<b>Workload (h):</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Turnus:</b>	
	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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>	<b>Gruppen-größe (TN)</b>
a)		Topics in Pattern Recognition and Machine Learning	V2 Ü2	60	120	WP	20
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b> keine						
3	<p><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.</p>						
4	<p><b>Inhalte:</b>  <i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i>  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>						

### 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>• 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>								
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" data-bbox="271 1028 1410 1208"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1028 362 1125">zu</th><th data-bbox="362 1028 981 1125">Prüfungsform</th><th data-bbox="981 1028 1192 1125">Dauer bzw. Umfang</th><th data-bbox="1192 1028 1410 1125">Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1125 362 1208">a)</td><td data-bbox="362 1125 981 1208">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 1125 1192 1208">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1192 1125 1410 1208">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>Masterstudiengang Informatik v4</p>								
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Pattern Recognition and Machine Learning:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungen mit überwiegendem Tafeleinsatz, 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> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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									
<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>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>		
	a)	Topics in Signal Processing		V2 Ü2	60	120	WP		
2	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>								
	keine								
3	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>								
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Signal- und Systemtheorie, Grundkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und linearen Algebra</p>								
4	<b>Inhalte:</b>								
	<p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i></p> <p>Auswahl von aktuellen Themen in der Signalverarbeitung. Ein Teil der Veranstaltung besteht aus regulären Vorlesungen, wohingegen der andere die Mitarbeit von Studierenden voraussetzt.</p> <p>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.</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><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.</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>• 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" data-bbox="271 759 1410 929"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 759 350 848">zu</th><th data-bbox="350 759 981 848">Prüfungsform</th><th data-bbox="981 759 1140 848">Dauer bzw. Umfang</th><th data-bbox="1140 759 1410 848">Gewichtung für die Modulnote</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 848 350 929">a)</td><td data-bbox="350 848 981 929">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 848 1140 929">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1140 848 1410 929">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>The responsible lecturer announces type and duration of assessment modalities in the first three weeks of the lecture period at latest.</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>Masterstudiengang Informatik v4</p>											
12	<p><b>Modulbeauftragte/r:</b></p> <p>Prof. Dr. Peter Schreier</p>											
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Topics in Signal Processing:</i> <b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung mit Beteiligung der Studenten</li> <li>• Präsentationen von Studenten</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b> Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung gegeben.</p>											

### 3 Wahlpflichtmodule

<b>Type Systems for Correctness and Security</b>						
Type Systems for Correctness and Security						
<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			
<b>1</b>	<b>Modulstruktur</b>					
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Type Systems for Correctness and Security	V3 Ü2	75	105	WP
<b>2</b>	<b>Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls:</b>					
	keine					
<b>3</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
	<p><i>Teilnahmevoraussetzungen der Lehrveranstaltung Type Systems for Correctness and Security:</i></p> <p><b>Empfohlene Vorkenntnisse</b></p> <p>Aus der Vorlesung "Grundlagen der Programmiersprachen": Spracheigenschaften, Syntaktische Strukturen, Datentypen, Funktionale Programmierung</p>					
<b>4</b>	<b>Inhalte:</b>					
	<p><i>Inhalte der Lehrveranstaltung Type Systems for Correctness and Security:</i></p> <p>Typsysteme in Programmiersprache helfen fehlerhaftes Verhalten von Beginn an zu vermeiden. Sie erlauben wertvolle Rückmeldungen für Entwickler, um Fehler und Systemabstürze zu vermeiden oder sogar Sicherheitslücken zu erkennen. In dieser Vorlesung werden wir Typsysteme entwickeln und untersuchen. Wir werden die Theorie behandeln, die Eigenschaften mit denen Typsysteme uns in der Softwareentwicklung unterstützen besprechen und die Implementierung aktueller Typsysteme untersuchen.</p> <p>Wir werden einen pragmatischen Ansatz durchführen und im Laufe der Vorlesung und im Rahmen von Übungen die Implementierung von Typcheckern erüben. Weiterhin untersuchen wir die Typsysteme von bekannten Programmiersprachen wie Java oder Scala genauer.</p> <p>Wir behandeln die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statische und dynamische Typprüfungen</li> <li>• Operationale Semantiken</li> <li>• Korrektheit von Typsystemen</li> <li>• Typinferenz</li> <li>• Polymorphismus</li> <li>• Subtypen</li> <li>• Sicherheitsgarantien durch Typsysteme</li> <li>• Pfadabhängige Typen</li> <li>• Abhängige Typen</li> </ul>					

### 3 Wahlpflichtmodule

5	<p><b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b></p> <p>Die Teilnehmer sind in der Lage die Definition und Implementierung von Typsystemen zu verstehen und selbstständig zu bearbeiten. Die erlernten Kenntnisse werden im Kurs diskutiert und vertieft, so dass die Teilnehmer danach in der Lage sind mit dem erworbenen Faktenwissen und der Methodenkompetenz den Vorlesungsstoff auf andere Problemstellungen anwenden zu können.</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="width: 10%;">zu</th> <th style="width: 60%;">Prüfungsform</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">Gewichtung für die Modulnote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td>90-120 min bzw. 40 min</td> <td>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: 60%;">Form</th> <th style="width: 15%;">Dauer bzw. Umfang</th> <th style="width: 25%;">SL / QT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Schriftliche Übungsaufgaben</td> <td></td> <td>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>Dr. Ben Hermann</p>								

### 3 Wahlpflichtmodule

13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Type Systems for Correctness and Security:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Diskussionen</li> <li>• Lesen</li> <li>• Übungen mit begleitender Implementierung</li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien</li> <li>• Übungsaufgaben</li> </ul> <p>Weiterhin wird folgende Literatur empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benjamin C. Pierce. 2002. Types and Programming Languages. The MIT Press.</li> <li>• Benjamin C. Pierce. 2004. Advanced Topics in Types and Programming Languages. The MIT Press.</li> </ul>
----	--

VLSI Testing																				
VLSI Testing																				
Modulnummer:		Workload (h):	Leistungspunkte:		Turnus:															
		180	6		Wintersemester															
		Studiensemester:	Dauer (in Sem.):		Sprache:															
			1		en															
1	<b>Modulstruktur</b>																			
		<b>Lehrveranstaltung</b>		Lehr-form	Kontakt-zeit (h)	Selbst-studium (h)	Status (P/WP)													
		a) VLSI Testing		V2 Ü2	60	120	WP													
		<b>Gruppengröße (TN)</b>																		
		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																				

### 3 Wahlpflichtmodule

4	<p><b>Inhalte:</b></p> <p><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:</p> <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	<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>• 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> <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" data-bbox="271 1401 1421 1581"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1401 350 1491">zu</th><th data-bbox="350 1401 981 1491"><b>Prüfungsform</b></th><th data-bbox="981 1401 1208 1491"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1208 1401 1421 1491"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1491 350 1581">a)</td><td data-bbox="350 1491 981 1581">Klausur oder mündliche Prüfung</td><td data-bbox="981 1491 1208 1581">90-120 min bzw. 40 min</td><td data-bbox="1208 1491 1421 1581">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	<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%
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%						
7	<p><b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b></p> <table border="1" data-bbox="271 1731 1421 1882"> <thead> <tr> <th data-bbox="271 1731 350 1821">zu</th><th data-bbox="350 1731 981 1821"><b>Form</b></th><th data-bbox="981 1731 1208 1821"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th><th data-bbox="1208 1731 1421 1821"><b>SL / QT</b></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="271 1821 350 1882">a)</td><td data-bbox="350 1821 981 1882">Schriftliche Übungsaufgaben</td><td data-bbox="981 1821 1208 1882"></td><td data-bbox="1208 1821 1421 1882">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	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>	a)	Schriftliche Übungsaufgaben		SL
zu	<b>Form</b>	<b>Dauer bzw. Umfang</b>	<b>SL / QT</b>						
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> Masterstudiengang Informatik v4
12	<b>Modulbeauftragte/r:</b> Prof. Dr. Sybille Hellebrand
13	<p><b>Sonstige Hinweise:</b></p> <p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung VLSI Testing: Methodische Umsetzung</i></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 Lehrmaterialien im PANDA-Kurs</li> </ul>

Web Security						
Web Security						
<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	en		
1	<b>Modulstruktur</b>					
		<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehr-form</b>	<b>Kontakt-zeit (h)</b>	<b>Selbst-studium (h)</b>	<b>Status (P/WP)</b>
	a)	Web Security	V3 Ü2	75	105	WP 40

### 3 Wahlpflichtmodule

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								
4	<b>Inhalte:</b> <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.								
5	<b>Lernergebnisse und Kompetenzen:</b> Studierende verfügen nach erfolgreichem Abschluss über ein umfassendes Verständnis der technischen Aspekte von Webapplikationen, Webservices und diversen Authentifizierungsmechanismen. 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. <b>Nichtkognitive Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Schreib- und Lesekompetenz (wissenschaftlich)</li> </ul>								
6	<b>Prüfungsleistung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Modulabschlussprüfung (MAP) <input type="checkbox"/> Modulprüfung (MP) <input type="checkbox"/> Modulteilprüfungen (MTP) <table border="1" data-bbox="277 1426 1405 1605"> <thead> <tr> <th data-bbox="277 1426 357 1516">zu</th> <th data-bbox="357 1426 976 1516"><b>Prüfungsform</b></th> <th data-bbox="976 1426 1151 1516"><b>Dauer bzw. Umfang</b></th> <th data-bbox="1151 1426 1405 1516"><b>Gewichtung für die Modulnote</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="277 1516 357 1605">a)</td> <td data-bbox="357 1516 976 1605">Klausur oder mündliche Prüfung</td> <td data-bbox="976 1516 1151 1605">90-120 min bzw. 40 min</td> <td data-bbox="1151 1516 1405 1605">100%</td> </tr> </tbody> </table> Vom jeweiligen Lehrenden wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit bekannt gegeben, wie die Prüfungsleistung konkret zu erbringen ist.	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%
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%						

### 3 Wahlpflichtmodule

7	<b>Studienleistung, qualifizierte Teilnahme:</b>			
	zu	Form	Dauer bzw. Umfang	SL / QT
	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.-Ing. Juraj Somorovsky			
13	<b>Sonstige Hinweise:</b>			
	<p><i>Hinweise der Lehrveranstaltung Web Security:</i></p> <p><b>Methodische Umsetzung</b>            Vorlesung mit Übungen  <b>Lernmaterialien, Literaturangaben</b></p> <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
- Combinatorial Optimization
- Clustering Algorithms
- 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
- Web Security

### 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
- Cooperative Mobile Systems
- High-Performance Computing
- Intelligence in Embedded Systems
- 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. Eyke Hüllermeier

### Enthaltene Module

- Advanced Algorithms
- Advanced Distributed Algorithms and Data Structures
- Digitale Sprachsignalverarbeitung
- Foundations of Knowledge Graphs
- High-Performance Computing
- Information Retrieval
- Interactive Data Visualization
- Machine Learning I

## 4 Focus Areas

- Machine Learning II
- Online and Adaptive Machine Learning
- 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 "vierter 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. Eyke Hüllermeier

### Enthaltene Module

- Clustering Algorithms
- Computational Argumentation
- Foundations of Knowledge Graphs
- Information Retrieval
- Intelligence in Embedded Systems
- Interactive Data Visualization

## 4 Focus Areas

- Logic Programming for Artificial Intelligence
- Machine Learning I
- Machine Learning II
- Online and Adaptive Machine Learning
- Planning and Heuristic Search
- Statistical Natural Language Processing
- Statistical Signal Processing
- Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung

### 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 selbstständig 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

Prof. Dr. rer. nat. Holger Karl

### Enthaltene Module

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

### Beschreibung

## 4 Focus Areas

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 Software Engineering

#### Koordination

Prof. Dr. Eric Bodden

#### Enthaltene Module

- Build It, Break It, Fix It
- Designing code analyses for large-scale software systems 1
- Designing code analyses for large-scale software systems 2
- Fundamentals of Model-Driven Engineering
- High-Performance Computing
- Kontextuelle Informatik
- Logic Programming for Artificial Intelligence
- Model Checking
- Model-Based Systems Engineering
- Software Analysis
- Software Quality Assurance
- Type Systems for Correctness and Security

#### 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

• Advanced Algorithms .....	14
• Advanced Complexity Theory .....	16
• Advanced Computer Architecture .....	18
• Advanced Distributed Algorithms and Data Structures .....	21
• Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes .....	23
• Approximate Computing .....	27
• Clustering Algorithms .....	35
• Combinatorial Optimization .....	38
• Data Science in Industrial Applications .....	43
• Designing code analyses for large-scale software systems 1 .....	45
• Foundations of Knowledge Graphs .....	60
• Fundamentals of Model-Driven Engineering .....	63
• Game Theory .....	68
• High-Performance Computing .....	71
• Information Retrieval .....	74
• Kontextuelle Informatik .....	83
• Logic Programming for Artificial Intelligence .....	85
• Machine Learning I .....	88
• Machine Learning II .....	90
• Master-Abschlussarbeit .....	4
• Mobile Communication .....	93
• Model Checking .....	95
• Networked Embedded Systems .....	99
• Online and Adaptive Machine Learning .....	101
• Planning and Heuristic Search .....	103
• Projektgruppe .....	6
• Reconfigurable Computing .....	112
• Seminar I .....	8
• Seminar II .....	10
• Software Analysis .....	116
• Statistical Natural Language Processing .....	121
• Statistical Signal Processing .....	123
• Strategische Produktplanung im Zeitalter der Digitalisierung .....	125
• Studium Generale – Master .....	12
• Topics in Pattern Recognition and Machine Learning .....	127
• Topics in Signal Processing .....	130
• Type Systems for Correctness and Security .....	132
• VLSI Testing .....	134

# 6 Module im Sommersemester

• Advanced Complexity Theory .....	16
• Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits .....	25
• Architektur paralleler Rechnersysteme .....	30
• Build It, Break It, Fix It .....	33
• Clustering Algorithms .....	35
• Computational Argumentation .....	39
• Cooperative Mobile Systems .....	41
• Designing code analyses for large-scale software systems 2 .....	49
• Digitale Sprachsignalverarbeitung .....	52
• Efficiency in Games .....	54
• Foundations of Cryptography .....	58
• Future Internet .....	66
• Game Theory .....	68
• Intelligence in Embedded Systems .....	76
• Interactive Data Visualization .....	78
• Introduction to Quantum Computation .....	81
• Logic Programming for Artificial Intelligence .....	85
• Machine Learning I .....	88
• Machine Learning II .....	90
• Master-Abschlussarbeit .....	4
• Model Checking .....	95
• Model-Based Systems Engineering .....	97
• Online and Adaptive Machine Learning .....	101
• Projektgruppe .....	6
• Quantum Algorithms .....	106
• Quantum Complexity Theory .....	108
• Real World Crypto Engineering .....	110
• Routing and Data Management in Networks .....	114
• Seminar I .....	8
• Seminar II .....	10
• Software Analysis .....	116
• Software Quality Assurance .....	118
• Studium Generale – Master .....	12
• Web Security .....	136

# 7 Modules in English

• Advanced Algorithms .....	14
• Advanced Complexity Theory .....	16
• Advanced Computer Architecture .....	18
• Advanced Distributed Algorithms and Data Structures .....	21
• Algorithms for Highly Complex Virtual Scenes .....	23
• Algorithms for Synthesis and Optimization of Integrated Circuits .....	25
• Approximate Computing .....	27
• Build It, Break It, Fix It .....	33
• Clustering Algorithms .....	35
• Combinatorial Optimization .....	38
• Computational Argumentation .....	39
• Cooperative Mobile Systems .....	41
• Data Science in Industrial Applications .....	43
• Designing code analyses for large-scale software systems 1 .....	45
• Designing code analyses for large-scale software systems 2 .....	49
• Efficiency in Games .....	54
• Foundations of Cryptography .....	58
• Foundations of Knowledge Graphs .....	60
• Fundamentals of Model-Driven Engineering .....	63
• Future Internet .....	66
• Game Theory .....	68
• High-Performance Computing .....	71
• Information Retrieval .....	74
• Intelligence in Embedded Systems .....	76
• Interactive Data Visualization .....	78
• Introduction to Quantum Computation .....	81
• Logic Programming for Artificial Intelligence .....	85
• Machine Learning I .....	88
• Machine Learning II .....	90
• Master Thesis .....	4
• Mobile Communication .....	93
• Model Checking .....	95
• Networked Embedded Systems .....	99
• Online and Adaptive Machine Learning .....	101
• Planning and Heuristic Search .....	103
• Project Group .....	6
• Quantum Algorithms .....	106
• Quantum Complexity Theory .....	108
• Real World Crypto Engineering .....	110
• Reconfigurable Computing .....	112

## *7 Modules in English*

• Routing and Data Management in Networks .....	114
• Seminar I .....	8
• Seminar II .....	10
• Software Analysis .....	116
• Software Quality Assurance .....	118
• Statistical Natural Language Processing .....	121
• Statistical Signal Processing .....	123
• General Studies – Master .....	12
• Topics in Pattern Recognition and Machine Learning .....	127
• Topics in Signal Processing .....	130
• Type Systems for Correctness and Security .....	132
• VLSI Testing .....	134
• Web Security .....	136

Erzeugt am 1. April 2021 um 12:50.