

# Curriculum für das Bachelorstudium

## Informatik

Curriculum 2019 in der Version 2020

Diese Version des Curriculums 2019 wurde von der Curricula-Kommission für Bachelor- und Masterstudien der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 2. März 2020 genehmigt.

Rechtsgrundlagen für dieses Studium sind das Universitätsgesetz (UG) sowie die Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der TU Graz in der jeweils geltenden Fassung.

### Inhaltsverzeichnis:

I	Allgemeines.....	3
§ 1	Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil .....	3
II	Allgemeine Bestimmungen.....	5
§ 2	Zuteilung von ECTS-Anrechnungspunkten.....	5
§ 3	Gliederung des Studiums .....	6
§ 4	Studieneingangs- und Orientierungsphase.....	6
§ 5	Lehrveranstaltungstypen .....	7
§ 6	Gruppengrößen .....	7
§ 7	Richtlinien für die Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen .....	8
III	Studieninhalt und Studienablauf.....	8
§ 8	Module, Lehrveranstaltungen und Semesterzuordnung .....	8
§ 9	Wahlmodul.....	11
§ 10	Frei wählbare Lehrveranstaltungen .....	12
§ 11	Bachelorarbeit.....	12
§ 12	Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen/Prüfungen .....	12
§ 13	Auslandsaufenthalte und Praxis .....	13
IV	Prüfungsordnung und Studienabschluss.....	13
§ 14	Prüfungsordnung .....	13
§ 15	Studienabschluss.....	14
V	Inkrafttreten und Übergangsbestimmungen .....	15
§ 16	Inkrafttreten .....	15
§ 17	Übergangsbestimmungen.....	15
Anhang I		
	Modulbeschreibungen und Art der Leistungsüberprüfung .....	16

---

Anhang II	
Empfohlene frei wählbare Lehrveranstaltungen .....	31
Anhang III	
Äquivalenzliste .....	32
Anhang IV	
Lehrveranstaltungstypen .....	35

---

## I Allgemeines

### § 1 Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil

Das ingenieurwissenschaftliche Bachelorstudium Informatik umfasst sechs Semester. Der Gesamtumfang beträgt 180 ECTS-Anrechnungspunkte gem. § 54 Abs. 3 UG.

Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums wird der akademische Grad „Bachelor of Science“, abgekürzt „BSc“, verliehen.

#### (1) Gegenstand des Studiums

Das Bachelorstudium Informatik vermittelt eine fundierte Grundausbildung in jenen Teilbereichen der Mathematik, der Softwareentwicklung, der Informationsverarbeitung und der Theorie und Anwendung von Informatik, die zur Modellbildung und der systematischen und automatisierten Informationsverarbeitung in Industrie, Wirtschaft und Forschung wesentlich sind. Zur Förderung individueller Interessen und Kompetenzen können Studierende aus den oben genannten Bereichen Vertiefungslehrveranstaltungen wählen. Dieses Studium bietet die Basis für eine weiterführende wissenschaftliche oder anwendungsorientierte Ausbildung in einem internationalen facheinschlägigen Masterstudium.

#### (2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen

Die Informatik beschäftigt sich mit Grundlagen, Technologie und Anwendungen der systematischen und automatisierten Informationsverarbeitung. Sie liefert Methoden und Werkzeuge, um komplexe Systeme in Naturwissenschaft, Technik und anderen Bereichen des menschlichen Lebens beherrschen zu können, und setzt dazu sowohl mathematisch-formale als auch ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen ein. Umgekehrt fließen Erkenntnisse aus Naturwissenschaft und Technik in die Informatik ein. Konkrete Anwendungsprobleme können den Anstoß zur Weiterentwicklung von Informatikgrundlagen geben.

#### **Bildungs- und Ausbildungsziele**

Information und Software hat in den letzten Jahren wesentlich und rasant an Bedeutung gewonnen und ist in praktisch alle Aspekte von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft eingedrungen. Dementsprechend weitläufig sind die Tätigkeitsfelder von Personen mit einer Informatik-Ausbildung. Die beruflichen Tätigkeiten finden sich sowohl in der Industrie als auch in den Dienstleistungen, in der öffentlichen Verwaltung und in Lehre und Forschung.

Das Tätigkeitsfeld von Absolventinnen und Absolventen mit einem Bachelorabschluss in Informatik umfasst die Unterstützung beim Modellieren, Entwerfen, Implementieren, Beurteilen und Anwenden komplexer Softwaresysteme.

Das Bachelorstudium Informatik dient als Wissens- und Bildungsbasis für den Eintritt in das komplexe und weitläufige Gebiet der Informationstechnologien, und

zwar ganz besonders dann, wenn die Berufsorientierung auf den methodischen Aspekt der Software abzielt.

Zur Erfüllung des Anforderungsspektrums ist das Curriculum auf eine methodenorientierte Ausbildung ausgerichtet. Dies erfolgt in einer Weise, die zur selbständigen Wissenserneuerung anleitet, um den wechselnden beruflichen Anforderungen und den enormen Wissenszuwächsen und der damit gegebenen raschen Entwertung alten Wissens entsprechen zu können. Es ergibt sich dadurch die Notwendigkeit, das Studium grundlagenbetont auszurichten und die Breite der Bildung der Tiefe gegenüberzustellen. Schlüsselqualifikationen wie Lernfähigkeit, Teamfähigkeit und hohe Integrationskapazitäten werden betont. Selbstorganisiertes Lernen und das Bewusstsein für die Notwendigkeit persönlicher, lebenslanger Weiterbildung wird vermittelt.

### **Lernergebnisse**

Studierende des Bachelorstudiums Informatik haben mit dem erfolgreichen Abschluss des Studienprogramms folgende Ziele erreicht:

#### 1) Wissen und Fertigkeiten:

##### Absolventinnen und Absolventen

- verfügen über Kenntnisse der Grundlagen der Informatik und verstehen diese in der Praxis anzuwenden,
- besitzen Grundkenntnisse der Theoretischen Informatik und sind in der Lage logische Beweise zu führen,
- kennen die wichtigsten Datenstrukturen und Algorithmen und können ihre Komplexität analysieren,
- sind befähigt komplexe und sichere Informationssysteme methodisch und strukturiert zu entwerfen und zu implementieren,
- kennen wesentliche Softwareparadigmen und damit verbundene Programmiersprachen,
- kennen die wesentlichen Techniken der Computergrafik, des maschinellen Sehens, der numerischen Optimierung und des Maschinellen Lernens,
- kennen die grundlegende Funktionsweise von Prozessoren, Betriebssystemen und Netzwerken und können diese auch programmieren.

#### 2) Allgemeine Qualifikationen:

##### Absolventinnen und Absolventen

- können theoretisches Wissen auf praktische Anwendungen umsetzen,
- besitzen Abstraktionsvermögen,
- sind zu formalem und algorithmischem Denken fähig,
- haben die Fähigkeit zur fächerübergreifenden Analyse und Beurteilung sowie die Fähigkeit, Lösungen zu begründen und zu vertreten,
- sind für ein einschlägiges weiterführendes Studium auf internationalem Niveau qualifiziert.

### **Abgrenzung gegenüber anderen Studienangeboten aus dem Informations- und Telekommunikationsbereich**

Das Studium der Informatik versteht sich als theoretisch- und grundlagenorientierte Software Ausbildung mit starken methodischen und algorithmischen Komponenten. Im Gegensatz ist der Bachelor aus Software Engineering and Management auf die Praxisorientiertheit und die Ausrichtung punkto Wirtschaft bedacht. Das Studium des Information and Computer Engineerings ist als Generalisten- bzw. GeneralistInnenstudium konzipiert, in welchem neben der Software eine starke Hardwareorientierung eine Rolle spielt, es fungiert somit als Bindeglied zwischen Informatik und Elektrotechnik. Die Studienrichtung der Mathematik hat einen stark formalen und theoretischen Charakter und ist auf grundlegende mathematische Theorien, Methoden und Modelle fokussiert. Aus dieser Betrachtung ergibt sich eine Positionierung der Informatik zwischen der Mathematik auf der einen Seite und des Software Engineering and Management bzw. des Information und Computer Engineerings auf der anderen Seite.

- (3) Bedarf und Relevanz des Studiums für die Wissenschaft und für den Arbeitsmarkt Absolventinnen und Absolventen des Informatik Bachelor Studiums sind auf Grund ihres theoretischen und grundlagenorientierten Wissens in der Lage abstrakt und modellorientiert zu denken. Dadurch können komplexe Systeme in Naturwissenschaft, Technik und anderen Bereichen des menschlichen Lebens beherrscht werden. Die erworbenen Kenntnisse und das erlernte methodisch-strukturierte Vorgehen ermöglichen einen breiten Einsatz in Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft.

## **II Allgemeine Bestimmungen**

### **§ 2 Zuteilung von ECTS-Anrechnungspunkten**

Allen von den Studierenden zu erbringenden Leistungen werden ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt. Mit diesen ECTS-Anrechnungspunkten ist der relative Anteil des mit den einzelnen Studienleistungen verbundenen Arbeitspensums zu bestimmen, wobei das Arbeitspensum eines Jahres 1500 Echtstunden zu betragen hat und diesem Arbeitspensum 60 ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt werden (entsprechend einem Umfang von 25 Echtstunden je ECTS-Anrechnungspunkt). Das Arbeitspensum umfasst den Selbststudienanteil und die Semesterstunden. Eine Semesterstunde entspricht 45 Minuten pro Unterrichtswoche des Semesters.

### § 3 Gliederung des Studiums

Das Bachelorstudium Informatik mit einem Arbeitsaufwand von 180 ECTS-Anrechnungspunkten umfasst sechs Semester und ist wie folgt modular strukturiert:

	ECTS
<b>Modulgruppe A: Fundamentals</b>	<b>42</b>
A.1: Fundamentals of Computer Science	7
A.2: Analysis 1	7
A.3: Numerical Computation and Linear Algebra	7
A.4: Analysis 2	7
A.5: Discrete Mathematics	7
A.6: Probability Theory und Statistics	7
<b>Modulgruppe B: Software Engineering</b>	<b>42</b>
B.1: Programming 1	7
B.2: Programming 2	7
B.3: Programming 3	7
B.4: Operating Systems	7
B.5: Software Paradigms	7
B.6: Human-Computer Interaction and Visual Computing	7
<b>Modulgruppe C: Information Processing</b>	<b>28</b>
C.1: Data Management and Data Science	7
C.2: Data Structures und Algorithms	7
C.3: Computer Organization and Networks	7
C.4: Security	7
<b>Modulgruppe D: Theory and Application of Computer Science</b>	<b>35</b>
D.1: Theoretical Computer Science	7
D.2: Logic	7
D.3: Algorithm Design	7
D.4: Numerical Optimization	7
D.5: Machine Learning	7
<b>Modulgruppe E: Scientific Work</b>	<b>9</b>
E.1: Bachelor Thesis	9
<b>Wahlmodul</b>	<b>14</b>
<b>Frei wählbare Lehrveranstaltungen</b>	<b>10</b>
<b>Summe</b>	<b>180</b>

### § 4 Studieneingangs- und Orientierungsphase

- (1) Die Studieneingangs- und Orientierungsphase des Bachelorstudiums Informatik enthält gemäß § 66 UG einführende und orientierende Lehrveranstaltungen und Prüfungen des ersten oder des zweiten Semesters im Umfang von 8 ECTS-Anrechnungspunkten. Sie beinhaltet einen Überblick über die wesentlichen Inhalte des Studiums sowie dessen weiteren Verlauf und soll als Entscheidungsgrundlage für die persönliche Beurteilung der Studienwahl dienen.

- (2) Der Studieneingangs- und Orientierungsphase sind beliebige Lehrveranstaltungen im Umfang von 8 ECTS-Anrechnungspunkten aus folgenden Modulen zugeordnet:

Modul	Semester
Fundamentals of Computer Science	W
Programming 1	W
Analysis 1	W
Programming 2	S
Data Management and Data Science	S
Discrete Mathematics	S

- (3) Neben den Lehrveranstaltungen und Prüfungen, die der Studieneingangs- und Orientierungsphase zugerechnet werden, können nur Lehrveranstaltungen in einem Umfang von höchstens 22 ECTS-Anrechnungspunkten gemäß den im Curriculum genannten Anmeldevoraussetzungen absolviert werden, insgesamt (inkl. STEOP) nicht mehr als 30 ECTS-Anrechnungspunkte.
- (4) Die positive Absolvierung aller Lehrveranstaltungen und Prüfungen der Studieneingangs- und Orientierungsphase gemäß Abs. (1) berechtigt zur Absolvierung der weiteren Lehrveranstaltungen und Prüfungen sowie zum Verfassen der im Curriculum vorgesehenen Bachelorarbeit gemäß den im § 12 dieses Curriculums genannten Anmeldevoraussetzungen. Davon unberührt sind Lehrveranstaltungen/Prüfungen aus Abs. (3).

## § 5 Lehrveranstaltungstypen

Lehrveranstaltungstypen, die an der TU Graz angeboten werden, sind im § 4 des Satzungsteils Studienrecht geregelt (siehe Anhang IV).

## § 6 Gruppengrößen

Bei den nachfolgenden Lehrveranstaltungstypen werden folgende maximale Teilnehmendenzahlen (Gruppengrößen) festgelegt:

- (1) Für Übungen (UE), Konstruktionsübungen (KU) und für Übungsanteile von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) ist die maximale Gruppengröße 30.
- (2) Für Projekte (PT), Seminare (SE) und Seminarprojekte (SP) ist die maximale Gruppengröße 15.

---

## § 7 Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an als verfügbare Plätze vorhanden sind, sind parallele Lehrveranstaltungen vorzusehen, im Bedarfsfall auch in der vorlesungsfreien Zeit.
- (2) Können nicht im ausreichenden Maß parallele Lehrveranstaltungen (Gruppen) angeboten werden, sind Studierende nach folgender Prioritätsordnung in die Lehrveranstaltung aufzunehmen:
  - a. Die Lehrveranstaltung ist für die/den Studierende/n verpflichtend im Curriculum vorgeschrieben.
  - b. Die Summe der im betreffenden Studium positiv absolvierten Lehrveranstaltungen (gesamt ECTS-Anrechnungspunkte)
  - c. Das Datum (Priorität früheres Datum) der Erfüllung der Teilnahmevoraussetzung.
  - d. Studierende, welche bereits einmal zurückgestellt wurden oder die Lehrveranstaltung wiederholen müssen, sind bei der nächsten Abhaltung der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.
  - e. Die Note der Prüfung - bzw. der Notendurchschnitt der Prüfungen (gewichtet nach ECTS-Anrechnungspunkten) - über die Lehrveranstaltung(en) der Teilnahmevoraussetzung
  - f. Studierende, für die solche Lehrveranstaltungen zur Erfüllung des Curriculums nicht notwendig sind, werden lediglich nach Maßgabe freier Plätze berücksichtigt; die Aufnahme in eine eigene Ersatzliste ist möglich. Es gelten sinngemäß die obigen Bestimmungen.
- (3) An Studierende, die im Rahmen von Mobilitätsprogrammen einen Teil ihres Studiums an der TU Graz absolvieren, werden vorrangig bis zu 10% der vorhandenen Plätze vergeben.

## III Studieninhalt und Studienablauf

### § 8 Module, Lehrveranstaltungen und Semesterzuordnung

Die einzelnen Lehrveranstaltungen dieses Bachelorstudiums und deren Gliederung in Pflicht- und Wahlmodule sind nachfolgend angeführt. Die in den Modulen zu vermittelnden Kenntnisse, Methoden oder Fertigkeiten werden im Anhang I näher beschrieben. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zur Semesterfolge ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und das Arbeitspensum des Studienjahres 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet.



Bachelorstudium Informatik										
Modul	Lehrveranstaltung	LV	ECTS	Semester						ECTS-
				Anrechnungspunkten		mit				
		sst.	Typ	I	II	III	IV	V	VI	
<b>Modulgruppe A: Fundamentals</b>										
<b>Pflichtmodul A1: Fundamentals of Computer Science</b>										
	Einführung in das Studium der Informatik	1	OL	1,0	1,0					
E	Foundations of Computer Science (CS)	2	VO	3,0	3,0					
E	Foundations of Computer Science (CS)	2	UE	3,0	3,0					
<b>Zwischensumme Pflichtmodul A1</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>	<b>7,0</b>					
<b>Pflichtmodul A2: Analysis 1</b>										
	Analysis 1 für Informatikstudien <sup>1</sup>	5	VU	7,0	7,0					
<b>Zwischensumme Pflichtmodul A2</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>	<b>7,0</b>					
<b>Pflichtmodul A3: Numerical Computation und Linear Algebra</b>										
	Numerisches Rechnen und Lineare Algebra für Informatikstudien <sup>1</sup>	5	VU	7,0	7,0					
<b>Zwischensumme Pflichtmodul A3</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>	<b>7,0</b>					
<b>Pflichtmodul A4: Analysis 2</b>										
	Analysis 2 für Informatikstudien <sup>1</sup>	5	VU	7,0		7,0				
<b>Zwischensumme Pflichtmodul A4</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>		<b>7,0</b>				
<b>Pflichtmodul A5: Discrete Mathematics</b>										
	Diskrete Mathematik für Informatikstudien <sup>1</sup>	5	VU	7,0		7,0				
<b>Zwischensumme Pflichtmodul A5</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>		<b>7,0</b>				
<b>Pflichtmodul A6: Probability Theory und Statistics</b>										
	Wahrscheinlichkeitstheorie für Informatikstudien <sup>2</sup>	2	VU	3,0			3,0			
	Statistik für Informatikstudien <sup>3</sup>	1	VU	1,5			1,5			
E	Computational Methods for Statistics <sup>4</sup>	2	VU	2,5			2,5			
<b>Zwischensumme Pflichtmodul A6</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>			<b>7,0</b>			
<b>Zwischensumme A Fundamentals</b>		<b>30</b>		<b>42,0</b>	<b>21,0</b>	<b>14,0</b>	<b>7,0</b>			
<b>Modulgruppe B: Software Engineering</b>										
<b>Pflichtmodul B1: Programming 1</b>										
E	Design your own App <sup>4</sup>	2	VU	3,0	3,0					
	Einführung in die strukturierte Programmierung	1	VO	1,5	1,5					
	Einführung in die strukturierte Programmierung	2	KU	2,5	2,5					
<b>Zwischensumme Pflichtmodul B1</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>	<b>7,0</b>					
<b>Pflichtmodul B2: Programming 2</b>										
	Objektorientierte Programmierung 1	1	VO	1,5		1,5				
	Objektorientierte Programmierung 1	3	KU	4,0		4,0				
	Softwareentwicklungs-prozess	1	VO	1,5		1,5				
<b>Zwischensumme Pflichtmodul B2</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>		<b>7,0</b>				
<b>Pflichtmodul B3: Programming 3</b>										
	Objektorientierte Programmierung 2	1	VO	1,5			1,5			
	Objektorientierte Programmierung 2	2	KU	2,5			2,5			
E	System Level Programming <sup>4</sup>	2	VU	3,0			3,0			
<b>Zwischensumme Pflichtmodul B3</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>			<b>7,0</b>			
<b>Pflichtmodul B4: Operating Systems</b>										
E	Operating Systems <sup>5</sup>	5	VU	7,0				7,0		
<b>Zwischensumme Pflichtmodul B4</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>		

<b>Pflichtmodul B5: Software Paradigms</b>									
	Softwareparadigmen <sup>6</sup>	3	VU	4,0					4,0
	Deklarative Programmierung <sup>4</sup>	2	VU	3,0					3,0
<b>Zwischensumme Pflichtmodul B5</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>					<b>7,0</b>
<b>Pflichtmodul B6: Human-Computer Interaction and Visual Computing</b>									
E	Human-Computer Interaction <sup>4</sup>	3	VU	4,5				4,5	
	Computergrafik <sup>4</sup>	2	VU	2,5				2,5	
<b>Zwischensumme Pflichtmodul B6</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>	
<b>Zwischensumme B: Software Engineering</b>		<b>30</b>		<b>42,0</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>	<b>14,0</b>	<b>7,0</b>
<b>Modulgruppe C: Information Processing</b>									
<b>Pflichtmodul C1: Data Management and Data Science</b>									
E	Data Management	2	VO	3,0		3,0			
E	Data Management	1	KU	1,0		1,0			
E	Introduction to Data Science and Artificial Intelligence <sup>4</sup>	2	VU	3,0		3,0			
<b>Zwischensumme Pflichtmodul C1</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>		<b>7,0</b>			
<b>Pflichtmodul C2: Data Structures und Algorithms</b>									
	Datenstrukturen und Algorithmen 1	2	VO	3,0			3,0		
	Datenstrukturen und Algorithmen 1	1	UE	1,5			1,5		
	Datenstrukturen und Algorithmen 2 <sup>4</sup>	2	VU	2,5			2,5		
<b>Zwischensumme Pflichtmodul C2</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>			<b>7,0</b>		
<b>Pflichtmodul C3: Computer Organization and Networks</b>									
E	Computer Organization and Networks	2,5	VO	4,0			4,0		
E	Computer Organization and Networks	2,5	KU	3,0			3,0		
<b>Zwischensumme Pflichtmodul C3</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>			<b>7,0</b>		
<b>Pflichtmodul C4: Security</b>									
E	Information Security	2,5	VO	4,0				4,0	
E	Information Security	2,5	KU	3,0				3,0	
<b>Zwischensumme Pflichtmodul C4</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>	
<b>Zwischensumme C: Information Processing</b>		<b>20</b>		<b>28,0</b>	<b>7,0</b>	<b>14,0</b>		<b>7,0</b>	
<b>Modulgruppe D: Theory and Application of Computer Science</b>									
<b>Pflichtmodul D1: Theoretical Computer Science</b>									
	Theoretische Informatik	2	VO	3,0				3,0	
	Theoretische Informatik	1	KU	1,0				1,0	
	Geometrische Algorithmen	2,5	VO	3,0				3,0	
<b>Zwischensumme Pflichtmodul D1</b>		<b>5,5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>	
<b>Pflichtmodul D2: Logic</b>									
	Logik und Berechenbarkeit	2	VO	3,0				3,0	
	Logik und Berechenbarkeit	1	KU	1,0				1,0	
	Grundlagen der Artificial Intelligence und Logik <sup>4</sup>	2	VU	3,0				3,0	
<b>Zwischensumme Pflichtmodul D2</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>	
<b>Pflichtmodul D3: Algorithm Design</b>									
	Entwurf und Analyse von Algorithmen <sup>6</sup>	3	VU	5,0				5,0	
	Algorithmen und Spiele <sup>7</sup>	1,5	VU	2,0				2,0	
<b>Zwischensumme Pflichtmodul D3</b>		<b>4,5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>	
<b>Pflichtmodul D4: Numerical Optimization</b>									
	Numerische Optimierung	3	VO	4,5				4,5	
	Numerische Optimierung	2	UE	2,5				2,5	
<b>Zwischensumme Pflichtmodul D4</b>		<b>5</b>		<b>7,0</b>				<b>7,0</b>	
<b>Pflichtmodul D5: Machine Learning</b>									
	Machine Learning 1	2	VO	3,0					3,0

Machine Learning 1	1	UE	1,5					1,5
Computer Vision <sup>4</sup>	2	VU	2,5					2,5
<b>Zwischensumme Pflichtmodul D5</b>	<b>5</b>		<b>7,0</b>					<b>7,0</b>
<b>Zwischensumme D: Theory and Application of Computer Science</b>	<b>25</b>		<b>35,0</b>				<b>14,0</b>	<b>14,0</b>
<b>Modulgruppe E: Scientific Work</b>								
<b>Pflichtmodul E1: Bachelor Thesis</b>								
Verfassen Wissenschaftlicher Arbeiten	1	SE	2,0					2,0
Bachelorarbeit Informatik	2	SP	7,0					7,0
<b>Zwischensumme Pflichtmodul E1</b>	<b>4</b>		<b>9,0</b>					<b>2,0</b>
<b>Zwischensumme E: Scientific Work</b>	<b>4</b>		<b>9,0</b>					<b>2,0</b>
<b>Summe Pflichtmodule</b>			<b>156</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>23</b>
<b>Wahlmodul</b>								
<b>Wahlfach 1</b>								<b>7,0</b>
<b>Wahlfach 2</b>								<b>7,0</b>
<b>Summe Wahlmodul lt. § 9</b>			<b>14</b>					<b>7,0</b>
<b>Frei wählbare Lehrveranstaltungen lt. § 10</b>			<b>10,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>Summe Gesamt</b>			<b>180</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

E: Diese Lehrveranstaltung wird ausschließlich in englischer Sprache angeboten

<sup>1</sup> 4/5 SSt./Vorlesungsteil, 1/5 SSt./Übungsteil

<sup>2</sup> 1,4/2 SSt./Vorlesungsteil, 0,6/2 SSt./Übungsteil

<sup>3</sup> 0,7/1 SSt./Vorlesungsteil, 0,3/1 SSt./Übungsteil

<sup>4</sup> 1/2 SSt./Vorlesungsteil, 1/2 SSt./Übungsteil

<sup>5</sup> 1/5 SSt./Vorlesungsteil, 4/5 SSt./Übungsteil

<sup>6</sup> 2/3 SSt./Vorlesungsteil, 1/3 SSt./Übungsteil

<sup>7</sup> 1/1,5 SSt./Vorlesungsteil, 0,5/1,5 SSt./Übungsteil

## § 9 Wahlmodul

Für das Wahlmodul sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 14 ECTS-Anrechnungspunkten aus dem nachfolgenden Wahlmodulkatalog zu absolvieren.

Wahlmodul						
Lehrveranstaltung		SSt.	LV Typ	ECTS	Semesterzuordnung	
					WS	SS
E	User Interfaces	1,5	VU	2,0		2,0
E	Agile Software Development	3	VU	4,0	4,0	
	Objektorientierte Analyse und Design	2	VU	3,0	3,0	
	Software-Maintenance	3	VU	4,5		4,5
	Qualitätssicherung in der Softwareentwicklung	2	VU	2,5	2,5	
	Projektmanagement	1,5	VO	2,0		2,0
	Projektmanagement	3,5	UE	5,0		5,0
	Betriebssoziologie	2	VO	3,0	3,0	
	Rechnungswesen für Informatikstudien	3	VO	4,0	4,0	
	Betriebswirtschaftslehre	3	VO	4,5		4,5
	Betriebswirtschaftslehre	2	UE	2,5		2,5
	Gesellschaftliche Aspekte der Informationstechnologie	2	VU	3,0	3,0	
	Bürgerliches Recht und Unternehmensrecht	3	VO	4,0	4,0	
E	Fundamentals of Geometry Processing	3	VU	4,5		4,5

	Microcontroller	1,5	VO	2,0	2,0	
	Microcontroller	2	UE	3,0	3,0	
E	Computational Social Systems 1	3	VU	4,5		4,5
E	Knowledge Discovery and Data Mining 1	2	VO	3,0		3,0
E	Knowledge Discovery and Data Mining 1	1	KU	1,5		1,5
	Technik und Ethik	1	VO	1,5	1,5	
	Technik-Ethik-Politik	2	VU	4,0		4,0
	Nachhaltige Technikgestaltung	2	VU	4,0	4,0	
E	Computer Systems and Networks	2	VO	3,0	3,0	
E	Computer Systems and Networks	1	UE	1,5	1,5	
E	Data Integration and Large-Scale Analysis	3	VU	5,0	5,0	
E	Web Technology	3	VU	5,0	5,0	
	Bachelorprojekt	1	PT	7		7,0

## § 10 Frei wählbare Lehrveranstaltungen

- (2) Die im Rahmen der frei wählbaren Lehrveranstaltungen im Bachelorstudium Informatik zu absolvierenden Lehrveranstaltungen dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden und können frei aus dem Lehrangebot anerkannter in- und ausländischer Universitäten sowie anerkannter in- und ausländischer postsekundärer Bildungseinrichtungen gewählt werden. Anhang II enthält eine Empfehlung für frei wählbare Lehrveranstaltungen.
- (3) Sofern einer frei zu wählenden Lehrveranstaltung keine ECTS-Anrechnungspunkte zugeordnet sind, wird jede Semesterstunde (SSt.) dieser Lehrveranstaltung mit einem ECTS-Anrechnungspunkt bewertet. Sind solche Lehrveranstaltungen jedoch vom Typ Vorlesung (VO), so werden ihnen 1,5 ECTS-Anrechnungspunkte pro SSt zugeordnet.
- (4) Weiters besteht gemäß § 13 die Möglichkeit, eine berufsorientierte Praxis oder kurze Studienaufenthalte im Ausland im Rahmen der frei wählbaren Lehrveranstaltungen zu absolvieren.

## § 11 Bachelorarbeit

Im gegenständlichen Bachelorstudium ist eine Bachelorarbeit im Rahmen der Lehrveranstaltung Bachelorarbeit Informatik abzufassen. Die Bachelorarbeit ist eine eigenständige, schriftliche Arbeit. Die Bachelorarbeit ist thematisch einer der Module der Semester III – VI zuzuordnen, und ihr fachliches Niveau hat dem Ausbildungsstand des 6. Semesters zu entsprechen.

## § 12 Anmeldevoraussetzungen für Lehrveranstaltungen/Prüfungen

Mit Ausnahme der Bestimmungen, die die Studieneingangs- und Orientierungsphase gemäß § 4 betreffen, sind keine Bedingungen zur Zulassung zu Lehrveranstaltungen/Prüfungen festgelegt.

## § 13 Auslandsaufenthalte und Praxis

### (1) Empfohlene Auslandsaufenthalte

Studierenden wird empfohlen, im Bachelorstudium oder in einem konsekutiven Masterstudium ein Auslandssemester zu absolvieren. Dafür kommt in diesem Bachelorstudium insbesondere das 6. Semester in Frage. Während des Auslandsaufenthalts absolvierte Module bzw. Lehrveranstaltungen werden bei Gleichwertigkeit vom Studienrechtlichen Organ anerkannt. Zur Anerkennung von Prüfungen bei Auslandsaufenthalten wird auf § 78 Abs. 6 UG verwiesen (Vorausbescheid).

Ferner können auf Antrag an das zuständige studienrechtliche Organ auch die erbrachten Leistungen aus kürzeren Studienaufenthalten im Ausland, wie beispielsweise die aktive Teilnahme an internationalen Sommer- bzw. Winterschulen, im Rahmen der frei wählbaren Lehrveranstaltungen anerkannt werden.

### (2) Praxis

Im Rahmen der frei wählbaren Lehrveranstaltungen besteht die Möglichkeit, eine berufsorientierte Praxis zu absolvieren. Dabei entsprechen jeder Arbeitswoche im Sinne der Vollbeschäftigung 1,5 ECTS-Anrechnungspunkte. Als Praxis gilt auch die aktive Teilnahme an einer wissenschaftlichen Veranstaltung. Diese Praxis ist von den zuständigen studienrechtlichen Organen zu genehmigen und hat in sinnvoller Ergänzung zum Studium zu stehen.

## IV Prüfungsordnung und Studienabschluss

### § 14 Prüfungsordnung

Lehrveranstaltungen werden einzeln beurteilt. Bachelorarbeiten werden im Rahmen von Lehrveranstaltungen verfasst und beurteilt.

- (1) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen (VO) abgehalten werden, hat die Prüfung über den gesamten Inhalt der Lehrveranstaltung zu erfolgen. Prüfungen können ausschließlich mündlich, ausschließlich schriftlich oder kombiniert schriftlich und mündlich erfolgen.
- (2) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU), Übungen (UE), Laborübungen (LU), Konstruktionsübungen (KU), Feldübungen (FU), Projekten (PT), Seminaren (SE), Seminarprojekten (SP) und Exkursionen (EX) abgehalten werden, erfolgt die Beurteilung laufend auf Grund von Beiträgen, die von den Studierenden geleistet werden und/oder durch begleitende Tests. Jedenfalls hat die Beurteilung aus mindestens zwei Beurteilungen von Teilleistungen zu bestehen.
- (3) Besteht ein Modul/eine Modulgruppe aus mehreren Prüfungsleistungen, so ist die Modulnote/Modulgruppennote zu ermitteln, indem

- a. die Note jeder dem Modul/der Modulgruppe zugehörigen Prüfungsleistung mit den ECTS-Anrechnungspunkten der entsprechenden Lehrveranstaltung multipliziert wird,
  - b. die gemäß lit. a. errechneten Werte addiert werden,
  - c. das Ergebnis der Addition durch die Summe der ECTS-Anrechnungspunkte der Lehrveranstaltungen dividiert wird und
  - d. das Ergebnis der Division erforderlichenfalls auf eine ganzzahlige Note gerundet wird. Dabei ist bei Nachkommawerten, die größer als 0,5 sind aufzurunden, sonst abzurunden.
  - e. Eine positive Modulnote/Modulgruppennote kann nur erteilt werden, wenn jede einzelne Prüfungsleistung positiv beurteilt wurde.
  - f. Lehrveranstaltungen, deren Beurteilung ausschließlich die erfolgreiche/ nicht erfolgreiche Teilnahme bestätigt, sind in diese Berechnung laut lit. a. bis d. nicht einzubeziehen.
- (4) Bei Übungen (UE), Konstruktionsübungen (KU) und Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) müssen Teilleistungen, deren negative Beurteilung jedenfalls zu einer negativen Gesamtbeurteilung führt oder die einen mindestens 40%igen Beitrag zur Gesamtbeurteilung ausmachen, einmal bis innerhalb von vier Wochen nach Ende der Lehrveranstaltung wiederholt werden können. Diese Wiederholung ist nicht als weiterer Prüfungsantritt zu zählen. Endet die Anmeldefrist einer aufbauenden Lehrveranstaltung innerhalb dieses Zeitraumes, so muss diese Gelegenheit bis zum Ende der Anmeldefrist ermöglicht werden.

## § 15 Studienabschluss

- (1) Mit der positiven Beurteilung der Lehrveranstaltungen aller Pflicht- und Wahlmodule, der frei wählbaren Lehrveranstaltungen und der Bachelorarbeit wird das Bachelorstudium abgeschlossen.
- (2) Über den erfolgreichen Abschluss des Studiums ist ein Abschlusszeugnis auszustellen. Das Abschlusszeugnis über das Bachelorstudium Informatik enthält
  - a. eine Auflistung aller Modulgruppen gemäß § 3 (inklusive ECTS-Anrechnungspunkte) und deren Beurteilungen,
  - b. den Gesamtumfang in ECTS-Anrechnungspunkten der frei wählbaren Lehrveranstaltungen gemäß § 10,
  - c. die Gesamtbeurteilung gemäß §11 des Satzungsteils Studienrecht.

## V Inkrafttreten und Übergangsbestimmungen

### § 16 Inkrafttreten

Dieses Curriculum 2019 in der Version 2020 (TUGRAZonline Abkürzung 20U) tritt mit dem 1. Oktober 2020 in Kraft.

Versionen des Curriculums:

Curriculum	Version	TU GRAZ-online Abkürzung	veröffentlicht im Mitteilungsblatt TU Graz
2019	2020	20U	15.06.2020, 17a. Stück

### § 17 Übergangsbestimmungen

- (1) Studierende des Bachelorstudiums Informatik, die ihr Studium vor dem 1.10.2019 begonnen haben, sind berechtigt, ihr Studium nach den Bestimmungen des Curriculums 2014 in der Version 2016 bis zum 30.9.2023 abzuschließen. Wird das Studium bis zum 30.9.2023 nicht abgeschlossen, sind die Studierenden dem Curriculum für das Bachelorstudium Informatik in der jeweils gültigen Fassung zu unterstellen. Im Übrigen sind die Studierenden berechtigt, sich jederzeit freiwillig innerhalb der Zulassungsfristen dem neuen Curriculum zu unterstellen. Eine diesbezügliche schriftliche unwiderrufliche Erklärung ist an das zuständige Studienrechtliche Organ zu richten.
- (2) Studierende des Bachelorstudiums Informatik, die ihr Studium ab dem 1.10.2019 begonnen haben, werden mit 1.10.2020 dem Curriculum in der vorliegenden Version 2020 unterstellt.

## Anhang zum Curriculum des Bachelorstudiums Informatik

### Anhang I.

#### Modulbeschreibungen und Art der Leistungsüberprüfung

Wenn in der Modulbeschreibung nicht anders angegeben, erfolgt die Leistungsüberprüfung in einem Modul jeweils durch Absolvierung aller im Modul vorgesehenen Lehrveranstaltungsprüfungen und prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen.

<b>Modul A.1</b>	<b>Fundamentals of Computer Science</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Begriffsbestimmungen zum besseren Verständnis der Studieninhalte aus der Informatik. Wie studiert man erfolgreich? Begründung für den Aufbau und die besonderen Inhalte des Studienplans. Informatik in Österreich und dem Ausland. Das Berufsbild für Absolventinnen und Absolventen und die Charakterisierung des Arbeitsmarktes. Fundamentale Themen in der Informatik wie Informatik und Computer Science, Geschichte, Turing Maschinen, von-Neumann Modell, Berechenbarkeit (Vollständigkeit, Reduktionsbeweise), Aussagenlogik, Automaten und formale Sprachen, reguläre Ausdrücke, Rekursionen, Effizienz, Komplexitätstheorie (Vollständigkeit, Reduktionsbeweise).
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Grundbegriffe der Informatik zu theoretisch und praktisch zu verstehen. Einführung und Orientierung der Studierenden. Stärkung der Motivation, das Studium mit Freude und Enthusiasmus zu betreiben. Grundlegendes Verständnis der wichtigsten Aspekte der Informatik. Praktisches Verständnis für die wichtigsten Vorgehensweise bei Lösung informatischen Fragestellungen.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvorlesung sowie selbstständiges Erarbeiten von Lösungen durch Studierende einzeln und mit Partnern, mit intensiver Betreuung durch StudienassistentInnen. Teilweise Methode des "flipped classroom". Interaktionen via Diskussionen. Literaturstudium in Heimarbeit.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Winter- und Sommersemester.



<b>Modul A.2</b>	<b>Analysis 1</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Zahlenmengen, Bemerkungen zur Logik und zum Beweisen von mathematischen Sätzen, rationale und reelle Zahlen, vollständige Induktion, Folgen und Reihen reeller Zahlen, Potenzreihen, Abbildungen, Funktionen, reellwertige Funktionen, Grenzwerte von Funktionen, die elementaren Grundfunktionen, Differentialrechnung in $\mathbb{R}(1)$ , Integralrechnung in $\mathbb{R}(1)$ , numerische Integration, Differentialrechnung von Funktionen in mehreren Variablen.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die grundlegenden Konzepte der eindimensionalen Analysis, also der Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer Variablen zu verstehen und selbständig anzuwenden. Darüber hinaus kennen sie die Beweismethode der vollständigen Induktion. Sie sind in der Lage die erworbenen Kenntnisse in praktischen Beispielen anzuwenden. Sie kennen die grundlegenden Begriffe der mehrdimensionalen Differentialrechnung und können mehrdimensionale Extremwertaufgaben auch mit Nebenbedingungen lösen.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit integrierten Übungen. Vortrag, unterstützt durch schriftliche Unterlagen sowie Ausführen von Rechenbeispielen durch den Vortragenden und die Studierenden.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul A.3</b>	<b>Numerical Computation and Linear Algebra</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Theorie der linearen Gleichungssysteme, Vektorräume, lineare Abbildungen, unitäre Räume, Eigenwerte und Eigenvektoren, Behandlung von Problemen aus diesen Bereichen der linearen Algebra mit Hilfe von numerischen Methoden, Interpolations- und Approximationstheorie.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die theoretischen Grundlagen und die Lösungsmethoden für Probleme der linearen Algebra und deren numerische Behandlung zu verstehen und praktisch zu verwenden.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit integrierten Übungen unter Einbeziehung von einschlägiger Software.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine.

<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.
---	-----------------------

<b>Modul A.4</b>	<b>Analysis 2</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Die Vorlesung dient der Einführung in die Integralrechnung für Funktionen mehrerer Variabler, Vektoranalysis, sowie einer Einführung in die komplexe Analysis. Dabei werden folgende Themen behandelt: Integralrechnung für Abbildungen aus $\mathbb{R}(n)$ in $\mathbb{R}(1)$ , Kurven im $\mathbb{R}(n)$ , Vektorfelder, Kurvenintegrale, Flächen im $\mathbb{R}(3)$ , Oberflächenintegrale, komplexe Zahlen, elementare Grundfunktionen in $\mathbb{C}$ , komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemann-Gleichungen, holomorphe Funktionen, komplexe Kurvenintegrale, Cauchyscher Integralsatz, Cauchysche Integralformel, Potenzreihen in $\mathbb{C}$ , Laurentreihen, Residuensatz mit Anwendungen. Das Modul bietet auch Einführung und Grundbegriffe von gewöhnlichen Differentialgleichungen darunter gewöhnliche Differentialgleichungen 1.Ordnung, Ansätze u. Lösungsmethoden; geometrische Anwendungen. Numerische Methoden von zur Lösung von Differentialgleichungen. Theorie der linearen Differentialgleichungen und Systeme von linearen Differentialgleichungen und lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, Spezielle Typen von Differentialgleichungen. 2. Ordnung.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die Konzepte der Analysis von Funktionen in mehreren Variablen zu verstehen und praktisch anzuwenden. Sie sind in der Lage Integrale über mehrdimensionale Bereiche, Kurven- und Oberflächenintegrale zu berechnen. Die klassischen Integralsätze mit Anwendungen in der Physik sind ihnen vertraut. Darüber hinaus kennen sie die wesentlichen Konzepte der komplexen Analysis, wie etwa den Residuensatz und den Satz von Rouché, und sind in der Lage diese anzuwenden.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vortrag, unterstützt durch schriftliche Unterlagen sowie Ausführen von Rechenbeispielen durch den Vortragenden. In der Übungseinheit (1 Stunde pro Woche) besteht für die Studierenden die Möglichkeit zur Mitarbeit.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Analysis 1.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

Modul A.5	Discrete Mathematics
ECTS-Anrechnungspunkte	7
Inhalte	Zahlen, Kongruenzen und RSA-Verschlüsselung. Grundlagen der Logik. Graphen und Bäume. Abzählmethoden, Kombinatorik, erzeugende Funktionen.
Lernziele	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, den theoretischen Hintergrund einiger grundlegender Algorithmen und Anwendungen zu verstehen, die mit diskreter Mathematik zu tun haben, insbesondere Verschlüsselungsverfahren und Graphentheorie.
Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden	Vorlesung kombiniert mit intensiven Übungen.
Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul Analysis 1.
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Jedes Sommersemester.

Modul A.6	Probability Theory and Statistics
ECTS-Anrechnungspunkte	7
Inhalte	Grundbegriffe aus der Wahrscheinlichkeitstheorie. Insbesondere: Wahrscheinlichkeitsraum, Laplace-Wahrscheinlichkeiten und Kombinatorik, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, Zufallsvariablen, diskrete und stetige Verteilungen, Erwartungswert und Varianz, Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz. Beschreibende Statistik (Daten und ihre Kenngrößen, Explorative Grafiken), Testverteilungen (Chi-Quadrat, Student-t, Fishers F), Parameterschätzungen (Punktschätzungen, Schätzmethoden, Konfidenzintervalle), Parametertests (Einstichprobenproblem, Zweistichprobenproblem). Daten werden mit dem open source Programmpaket R ausgewertet und analysiert. Rechnerische Methoden für Statistik, Resampling, Bootstrapping, Permutation Test, Cross-Validierung, Verwendung von Programmiersprache Python für die Lösung statistischer Fragestellungen
Lernziele	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, einfache wahrscheinlichkeitstheoretische Fragestellungen richtig zu formulieren und zu lösen. Studierende kennen die wichtigsten Verteilungsmodelle und können diese in realen Problemstellungen anwenden. Sie haben Einblick in das stochastische Denken und verstehen den Begriff der Zufallsvariablen. Sie können Daten graphisch darstellen und numerisch beschreiben. Sie haben Verfahren kennen gelernt, welche die Normalverteilung zu Grunde legen und können ihr Wissen auf praktische Probleme anwenden. Sie verstehen es die entsprechenden Ergebnisse richtig zu interpretieren.

	Darüber hinaus sind Studierende in der Lage einfachere statistische Fragestellungen programmatisch zu bearbeiten. Durch Einsetzen von Resampling und Iterationen können Studierende einfache Hypothesentests durchführen.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Der Stoff wird mit Hilfe vieler Beispiele nähergebracht. Es werden Übungstests durchgeführt, deren Aufgaben ohne Unterlagen zu lösen sind. Studienassistenten stehen regelmäßig für Tutorien zur Verfügung. Die Präsentation ist problemorientiert und der Stoff wird mit Hilfe von Daten aus der Praxis nähergebracht. Eine kurze Einführung in die public domain Software R und Python wird angeboten.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Analysis 1 und Discrete Mathematics.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul B.1</b>	<b>Programming 1</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Programmierkonzepte wie Objekte, Kontrollstrukturen, Parallelverarbeitung, Multimedia, Funktionen, Operatoren, Sensorik, Logik, Testen, Debugging und ausgewählte Praktiken der Softwareentwicklung. Grundlegende Programmierfertigkeiten. In Abhängigkeit vom Vorwissen zuerst einführend Scratch, Catrobat, Python und/oder JavaScript danach ausführlicher Programmiersprache C.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, mittels Block-basierten visuellen Einsteiger-Programmiersprachen sowie mit professionellen Text-basierten Programmiersprache selbstständig kleine Spiele programmieren. Das übergeordnete Ziel des Moduls ist, den Studierenden zu zeigen, dass Programmieren als grundlegende Kompetenz für ihr Studium Spaß macht und der Einstieg sehr leicht ist. Ein weiteres Ziel ist es hierbei die TeilnehmerInnen von einem differenzierten Wissensniveau unterschiedlicher Erfahrung aus der Schule auf ein gemeinsames, an die folgenden Lehrveranstaltungen angepasstes Niveau zu bringen bzw. Auf ein Niveau das es den TeilnehmerInnen ermöglicht, Programme strukturiert entwerfen und implementieren zu können.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Alle Konzepte und Inhalte werden teils erklärt und/oder von den Studierenden selbst erarbeitet. Die Studierenden bekommen mehrere Aufgaben mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden, in Abhängigkeit ihres Vorwissens, wobei ihnen inhaltlich sehr viel Freiraum für die Verwirklichung der Projekte gelassen wird. Es erfolgt eine

	individuelle Betreuung und Abnahme der Projekte durch StudienassistentInnen. Die grundsätzliche Lehrmethode ist der am MIT entwickelte Konstruktivismus.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine, Vorwissen wird aber berücksichtigt (unterschiedliche Gruppen und Aufgaben).
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Winter- und Sommersemester.

<b>Modul B.2</b>	<b>Programming 2</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	In der Veranstaltung werden den TeilnehmerInnen praxisorientiert die Konzepte und Grundlagen einer objektorientierten Entwicklung vermittelt. Die dazu verwendete Programmiersprache ist C++. Weiters werden grundlegende Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung (bspw. Wasserfall, Agile Prozesse, Unified Process) den Studierenden anhand von praktischen Beispielen nähergebracht. Ein wesentlicher Fokus wird daraufgelegt, ein Verständnis dafür zu bekommen, in welchen Kontexten welche Vorgehensmodelle zum Einsatz kommen können und wie der Reifegrad eines Entwicklungsprozesses abgeschätzt werden kann. Anhand von praktischen Beispielen wird den Studierenden vermittelt, wie das Management von Software Requirements realisiert werden kann. Inhaltlich werden dabei unterschiedliche Ansätze der Priorisierung und des Release Plannings diskutiert. Ein Schwerpunkt in diesem Kontext ist auch eine Sensitivierung für soziale Faktoren, die einen wesentlichen Einfluss auf den erfolgreichen Abschluss von Softwareprojekten haben.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, kleinere Programme mit OO Programmiersprachen sauber und strukturiert zu entwerfen und zu implementieren. Weiters besitzen Studierende mit dem Abschluss dieses Moduls grundlegendes Wissen über die Anwendung von Softwareentwicklungsprozessen. In diesem Kontext können Softwareanforderungen entsprechend dargestellt werden und auf Basis von Priorisierungs- und Releaseplanungsmethoden realistisch abgeschätzt und geplant werden.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit interaktiven Elementen. Eingeladene Vorträge von Praktikern. Im Lauf des Semesters wird ein in mehrere Teile gegliedertes größeres Übungsbeispiel erarbeitet, welches dazu dient, das Wissen auch in die Praxis umsetzen zu können und zu vertiefen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Programming 1.

<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.
---	-----------------------

<b>Modul B.3</b>	<b>Programming 3</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	<p>Der häufige Begriff Systems Programming bezeichnet zwei Bereiche, nämlich die <i>Entwicklung von Systemen</i> und die <i>systemnahe Programmierung</i>. In diesem Modul werden diese Bereiche abgedeckt. Im Speziellen, beschäftigen sich die Studierenden mit methodischen und praktischen Grundlagen der Entwicklung eines Softwaresystems in Java. Hierzu wird eine Einführung in wichtige objektorientierte Konzepte und Funktionalitäten der Sprache gegeben. Es werden Techniken vermittelt mit denen Softwaresysteme zur Lösung von komplexeren Aufgabenstellungen entworfen und in Java realisiert werden können. Hierzu werden u.a. Aspekte der Kommunikation, Verteilung, Nebenläufigkeit, Threads, RMI etc. unter Java behandelt. In der integrierten Übung werden die vermittelten Konzepte in einem Softwaresystem umgesetzt, z.B. zur Realisierung einer Client-Server-orientierten Suchmaschine oder zur Verarbeitung von verteilten Sensordaten. Darüber hinaus beschäftigen sich die Studierenden mit Low-Level Themen bei denen man direkt in Kontakt mit dem darunterliegenden System kommt.</p> <p>Dies schließt ein Auffrischen von C und C++ Kenntnissen und rudimentären Debugging Fähigkeiten mit ein. Auf dieser Basis wird dann das Speicherverhalten von Systemen untersucht und Speicherverwaltung selbstständig implementiert. Die Interaktion von Threads und Prozessen spielt eine wesentliche Rolle - Grundlagen zu Parallelität und Synchronisation werden hier ganz konkret angewendet. Die Studierenden erlangen in diesem Rahmen einen Überblick über standardisierte Betriebssystem-Interfaces (POSIX) die für systemnahe Software verwendet werden.</p>
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Lösungen für systemnahe Probleme eigenständig zu entwerfen und zu implementieren. Ebenso sind sie in der Lage Systeme mit einer gewissen Komplexität in Java zu entwerfen.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesungen mit interaktiven Elementen sowie integrierten Übungen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Programming 1 und Programming 2.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul B.4</b>	<b>Operating Systems</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Grundlagen der Betriebssysteme und Betriebssystementwicklung, Prozesse und Threads, Concurrency und Synchronization, Memory Management, Scheduling, I/O and Filesysteme, Virtualisierung.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Grundbegriffe der klassischen Theorie und Praxis der Betriebssystementwicklung zu verstehen. Sie verstehen die Grundaufgaben eines Betriebssystems sowie Ansätze zu deren Umsetzung. Weiters begreifen sie das notwendige Zusammenspiel der Software mit der Hardware für eine effiziente Umsetzung und sind in der Lage diese Kenntnisse im Übungsteil praktisch umzusetzen. Außerdem haben Sie im Übungsteil Fertigkeiten der Synchronisation paralleler Abläufe erworben. Der Fokus liegt besonders auf dem praktischen Teil.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit interaktiven Elementen sowie eine integrierte Übung.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Programming 1, Programming 2, Programming 3, Computer Organization and Networks.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

<b>Modul B.5</b>	<b>Software Paradigms</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Das Modul beschäftigt sich mit dem Design, der Repräsentation, der Analyse und Interpretation von Programmiersprachen. Es werden die Syntax und Semantik der drei wesentlichen Programmierparadigmen vorgestellt sowie ihre Eigenschaften diskutiert: Es wird die imperative, funktionale und logische Programmierung behandelt. Die Syntax und Semantik der Paradigmen werden formal definiert, um exakt über die wesentlichen Eigenschaften von Programmen, wie z.B. deren Korrektheit, sprechen zu können. Neben den Grundlagen wird auch die konkrete Programmierung in einer funktionalen als auch einer logischen Programmiersprache behandelt.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, grundlegende Begriffe im Bereich der Interpretation von Programmiersprachen zu verstehen inklusive der Fähigkeit einfachen Interpreter selber entwickeln zu können. Entwicklung eines Verständnisses bei der Konstruktion von Sprachen inklusive der Fähigkeit

	Semantiken von Programmiersprachen formal ausdrücken zu können. Verständnis von verschiedenen Softwareparadigmen und deren Abstraktionen. Fähigkeit Beweise für die Korrektheit von Programmen aufstellen zu können. Durch das Wissen um die wesentlichen Paradigmen sollen die Studierenden in der Lage sein, neue Programmiersprachen in kürzester Zeit einzuordnen und zu beherrschen.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag mit Medienunterstützung, Rechenübungen, praktische Implementierung von Konzepten.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Fundamentals of Computer Science, Discrete Mathematics, Logic, Theoretical Computer Science.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

<b>Modul B.6</b>	<b>Human-Computer Interaction and Visual Computing</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	The Psychology of Usable Things, Usability Engineering, User Research, Usability Benchmarking, Interaction Design, Prototyping, Usability Inspection Methods, Usability Testing Methods, Usability in Practice, Visual Design and Typography, Icon Design, A Brief History of HCI. Ein enzyklopädischer Überblick über moderne Methoden des maschinellen Sehens und Computergraphik wird geboten. Die behandelten Themen sind Farbe und Licht, Vektor- und Rastergrafik, Geometrische Transformationen in 2D und 3D, Freiformkurven, Beleuchtung, Textur, Darstellungselemente und 2D-Algorithmen, Räumliche Datenstrukturen, 3D Objekte: Modellieren und Darstellen, Visualisierung, Virtual Reality, Augmented Reality.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, grundlegende Begriffe im Bereich der Mensch-Maschine-Kommunikation zu verstehen. Sie werden verstehen, wie man benutzerfreundliche Oberflächen entwerfen kann und werden in der Lage sein, heuristische Evaluierungen und Thinking Aloud Tests von Benutzeroberflächen selbständig durchzuführen. Alle grundlegenden Begriffe der Computergrafik sind bekannt. Die Studierende können mittels Libraries erste Computergrafik Anwendungen selbständig übermitteln.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit integrierten praktischen Übungen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul Programming 1.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.



<b>Modul C.1</b>	<b>Data Management and Data Science</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Grundlagen von Datenbanken darunter Konzeptionelle Architektur und Entwurf, Datenmodelle und Normalisierung, Relationale Algebra, SQL, APIs und Frameworks, physischer Entwurf, Anfrageverarbeitung, Transaktionsverarbeitung. Modernes Data Management mit NoSQL, verteilte Dateisysteme, daten-parallele Verarbeitung, Integrations- und Datenstromsysteme. Einführung in Artificial Intelligence, Entwicklung von Intelligenten Systemen, Turing Test, Data - Information - Knowledge Pyramide, symbolic versus sub-symbolic Artificial Intelligence Ansätze. Symbolic AI, Rule Based Systems, RDF (gerichteter labelled graph), RDFS (logic-based knowledge representation) und Anwendungen in der Praxis. Sub-symbolic AI, Information Retrieval, Recommender Systems, Neural Networks, und Natural Language Processing. Data Science Pipeline, ETL (Transformation der Daten) und Pre-Processing, Data Mining & Machine Learning, Evaluierung.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Grundlagen des Data Managements, von Artificial Intelligence und des gesamten Data Science Lebenszyklus aus Nutzersicht zu verstehen. Die Studierenden sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Datenbanken und alternative Datenrepräsentationen zu entwerfen sowie diese, mit einem Basisverständnis zugrundeliegender Konzepte, für Anfrageverarbeitung, Transaktionsverarbeitung, und komplexe Analysen zu nutzen. Weiterhin vermittelt dieses Modul ein grundlegendes Verständnis für den Entwurf Intelligenter Systeme, Ansätzen der Artificial Intelligence und Data Science. Dies umfasst ein grundlegendes Verständnis von der Datenvorbereitung, über Algorithmen des maschinellen Lernens und semantischen Technologien, bis hin zu deren Anwendung und Evaluierung.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesungen, begleitende Übungen und praktische Implementierungsaufgaben, sowie ein vorlesungsübergreifendes Projekt zum gesamten Data Science Lebenszyklus.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Fundamentals of Computer Science und Programming 1.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

<b>Modul C.2</b>	<b>Data Structures and Algorithms</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Algorithmische Techniken (iterative Programmierung, rekursive Programmierung, Divide & Conquer, Randomisierung), elementare Datenstrukturen, asymptotische Laufzeitanalyse von Programmen (O-Notation), Analyse von rekursiven Algorithmen, Sortierverfahren, Halden, gestreute Speicherung (Hashing), Suchmethoden, Baumstrukturen, Dynamische Datenverwaltung (Wörterbuchproblem, Warteschlangenproblem).
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Algorithmen zu analysieren (Zeit/ Speicherbedarf), effiziente Algorithmen für einfache Probleme zu entwerfen, sie verstehen die wichtigsten Datenstrukturen und algorithmischen Techniken und können diese problemspezifisch anwenden.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag, Rechenübungen mit Übungsbeispielen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Fundamentals of Computer Science, Programming 1, Programming 2, Analysis 1, Discrete Mathematics.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul C.3</b>	<b>Computer Organization and Networks</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Einführung in den Aufbau von Rechnern, deren Programmierung auf maschinennahen Ebenen und deren Vernetzung. Insbesondere werden in diesem Modul Logikschaltungen wie zum Beispiel Gatter, Speicher, Automaten. Funktionale Modellierung in Verilog behandelt. Darüber hinaus beschäftigt sich das Modul mit den Grundprinzipien vom Hardwareaufbau darunter auch CPU, Speicher und Cache. Ein weiterer Teil des Moduls sind Assemblersprache und Maschinsprache sowie Übersetzung zwischen den Sprachen. Letztlich behandelt das Modul auch Darstellung von Information, Assembler, Linker und Loader sowie Debugging, Input/Output, Ethernet, TCP/IP, Bluetooth.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, den Aufbau von Rechnern (Kontroll-Logik, Datenpfad, Maschinsprache, Ein-/Ausgabe, Speicherhierarchie) und Rechnernetzen, den dafür notwendigen Komponenten und deren Zusammenwirken zu verstehen. Funktionale und strukturelle Modellierung von Hardware-Systemen mit Verilog.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit integrierter Übung.

<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Programming 1, Programming 2.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul C.4</b>	<b>Security</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Dieses Modul gibt eine Einführung in die zentralen Themen der Informationssicherheit. Der Fokus liegt insbesondere auf den Bereichen Kryptographie und Computersicherheit. Hierbei werden folgende Themen behandelt: Grundbegriffe der Kryptographie, kryptographische Algorithmen, digitale Signaturen, sichere Kommunikationsprotokolle, Bedrohungsszenarien für IT Systeme, Isolationstechniken, Runtime Security, Seitenkanalangriffe und Schutzmechanismen.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die Grundkonzepten der Kryptographie und der Computersicherheit zu verstehen. Sie kennen die zentralen Herausforderungen und entsprechende Lösungsansätze.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Vorlesung mit integrierter Übung.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Operating Systems, Discrete Mathematics, Probability Theory and Statistics.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul D.1</b>	<b>Theoretical Computer Science</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Einführung in die Theoretische Informatik, Entscheidungsprobleme und formale Sprachen, Reguläre und kontextfreie Sprachen, Turingmaschinen, Nichtdeterminismus, Entscheidbarkeit, Komplexitätstheorie, Zeit- und Platzkomplexität, Reduktionen, NP-Vollständigkeit.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die grundlegenden Begriffe der Theoretischen Informatik zu verwenden, formale Beweise nachzuvollziehen, Endliche Automaten zu konstruieren, einfache formale Beweise zu führen im Bereich reguläre Sprachen, Entscheidbarkeit und NP-Vollständigkeit.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag, Rechenübungen mit Übungsbeispielen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Discrete Mathematics, Data Structures and Algorithms.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

<b>Modul D.2</b>	<b>Logic</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Einführung in die Künstliche Intelligenz, Problemlösung mittels Suche, Heuristic Search, Constraint Satisfaction Problem, Formen der Wissensrepräsentation, automatisches Schlussfolgern, Planung, nicht-monotones Schließen, probabilistisches Schließen, Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (u.a., Autonome Systeme, Diagnose, Konfiguration und Empfehlungstechnologien).
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, Logik als universelles Werkzeug zu verstehen, um Sachverhalte formal beschreiben zu können. Weiters sollen Studierende Schlussfolgerungen berechnen können und über die fundamentalen Eigenschaften dieser Repräsentationsform Bescheid wissen. Die Studierenden kennen die Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und können Probleme mittels verschiedener Repräsentationen beschreiben und automatisiert lösen. Ferner kennen Studierende Anwendungen der Künstlichen Intelligenz wie Konfiguration, Diagnose, Planung und unterschiedliche Arten von Empfehlungstechnologien.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag, Rechenübungen mit Übungsbeispielen, Lösen praktischer Probleme mit aktuellen Werkzeugen. Eingeladene Vorträge zu speziellen Themen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Fundamentals of Computer Science, Discrete Mathematics, Data Structures and Algorithms, Probability Theory and Statistics.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

<b>Modul D.3</b>	<b>Algorithm Design</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Weiterführende Entwurfsprinzipien für Algorithmen (z.B. dynamisches Programmieren), grundlegende Algorithmen auf Graphen (u.a. Suchen in die Tiefe bzw. Breite, Kürzeste Wege Algorithmen, Spannbäume), wichtige geometrische Algorithmen (Triangulierungen, konvexe Hülle, Schnitt von Liniensegmenten), einfache parallele Algorithmen, Grundlegende Algorithmen aus dem Bereich der Spieltheorie (Entscheidungs bäume, MinMax-Algorithmen), Zwei-Personen-Nullsummenspiele und Nimber-Spielen.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, vertiefte Kenntnisse über effiziente Computerverfahren und Datenstrukturen zu verwenden.

	Sie haben Verständnis von wesentlichen, auch komplexeren Entwurfsprinzipien. Fähigkeit zum selbständigen Anwenden dieser Methoden zum Entwerfen und Analysieren von Algorithmen. Erlangung grundlegender Kenntnisse der Spieltheorie und Kennenlernen verschiedener mathematischer Grundlagen zu Zwei-Personen-Nullsummenspielen.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag mit medialer Unterstützung, Übungen mit Übungsbeispielen, Implementierung eines einfachen Spielprogramms.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Data Structures and Algorithms, Discrete Mathematics.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul D.4</b>	<b>Numerical Optimization</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Mathematische Grundlagen der numerischen Optimierung, lineare, nicht-lineare Optimierung, konvexe Optimierung, Optimalitätsbedingungen, Methode der kleinsten Fehlerquadrate, Gradientenmethode, Gauss-Newton Methode, Kalman Filter, Newton Methode, Beschleunigte Gradientenmethoden, Optimierung über konvexe Mengen, Lagrange Multiplikatoren.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die wichtigsten Begriffe und Methoden der numerischen Optimierung zu verstehen und zu verwenden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Lösung von sehr großen Optimierungsproblemen wie sie in vielen Bereichen der Informatik (Machine Learning, Computer Vision) vorkommen. Der Inhalt des Moduls reicht von der Modellierung der Optimierungsprobleme über die Theorie der Optimierung bis hin zu den effizientesten Methoden nach dem gegenwärtigen Stand der Kunst.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag, theoretische Übungsbeispiele und praktische Implementierungsaufgaben in Python.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Analysis 1, Analysis 2, Numerical Computation and Linear Algebra.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Wintersemester.

<b>Modul D.5</b>	<b>Machine Learning</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	7
<b>Inhalte</b>	Dieses Modul behandelt die wichtigsten Begriffe und Methoden aus den Bereichen Maschinelles Lernen und Neuronale Netzwerke. Insbesondere wird dabei auf die

	Grundlagen des maschinellen Lernens, den Backprop-Algorithmus, Support Vector Maschinen sowie Hidden Markov Modelle zur Spracherkennung und Unüberwachte Lernmethoden eingegangen. Ein enzyklopädischer Überblick über moderne Methoden des maschinellen Sehens wird geboten. Die behandelten Themen reichen von der Bildentstehung und Bildvorverarbeitung bis hin zu 3D und semantischer Bildanalyse.
<b>Lernziele</b>	Studierende sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, die wichtigsten Begriffe aus des Maschinellen Lernens zu verstehen und zu verwenden. Die Studierenden kennen die wichtigsten überwachten Lernalgorithmen (Linear Regression, Logistic Regression, Neuronale Netze, Support Vector Machines, ...) und sind in der Lage diese auf überwachte Lernprobleme anzuwenden. Die Studierenden haben weiters grundlegendes Wissen im Bereich des unüberwachten Lernens erworben. Alle grundlegenden Begriffe der computer Vision sind bekannt. Die Studierende können mittels Libraries erste Computer Vision Anwendungen selbständig übermitteln.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Frontalvortrag, Rechenübungen mit Übungsbeispielen und Programmierübungen.
<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Module Analysis 1, Analysis 2, Probability Theory and Statistics, Numerical Computation and Linear Algebra, Data Structures and Algorithms, Algorithm Design.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Sommersemester.

<b>Modul E.1</b>	<b>Bachelor Thesis</b>
<b>ECTS-Anrechnungspunkte</b>	9
<b>Inhalte</b>	Umsetzung eines spezifischen Themas aus einem Teilgebiet der Informatik. Kennenlernen bzw. Vertiefung wissenschaftlicher Arbeitsweise. Eigenständige Aufarbeitung der relevanten Literatur. Analyse und Bearbeitung der Problemstellung und Ziehen von notwendigen Schlussfolgerungen. Verfassen eines schriftlichen Beitrages sowie dessen mündliche Präsentation.
<b>Lernziele</b>	Nach dem erfolgreichen Absolvieren der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Arbeiten unter Anleitung durchzuführen, eine schriftliche Arbeit darüber zu erstellen und diese mündlich zu präsentieren.
<b>Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden</b>	Selbständiges wissenschaftlich-technisches Arbeiten, Verfassen eines Berichtes, Erstellen von mündlichen Präsentationen

<b>Empfohlene Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine.
<b>Häufigkeit des Angebots des Moduls</b>	Jedes Winter- und Sommersemester

## Anhang II.

### Empfohlene frei wählbare Lehrveranstaltungen

Frei zu wählende Lehrveranstaltungen können laut § 10 dieses Curriculums frei aus dem Lehrangebot anerkannter in- und ausländischer Universitäten sowie anerkannter in- und ausländischer postsekundärer Bildungseinrichtungen gewählt werden.

Im Sinne einer Verbreiterung der Wissensbasis im Bereich der Module dieses Studiums werden Lehrveranstaltungen aus den Gebieten Fremdsprachen, soziale Kompetenz, Technikfolgenabschätzung sowie Frauen- und Geschlechterforschung empfohlen. Insbesondere wird auf das Angebot der Serviceeinrichtung Sprachen, Schlüsselkompetenzen und Interne Weiterbildung der TU Graz bzw. Treffpunkt Sprachen der Universität Graz, des Zentrums für Soziale Kompetenz der Universität Graz sowie der Science, Technology and Society Unit hingewiesen.

Zusätzlich werden noch folgende Lehrveranstaltungen empfohlen:

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>SSt.</b>	<b>Typ</b>	<b>ECTS</b>	<b>Semester</b>
Architektur verteilter Systeme	2	VO	3,0	S
Architektur verteilter Systeme	1	UE	1,5	S
Englisch für TechnikerInnen (ab Niveau B2/2)	2	SE	2,0	W und S
Entwurf von Echtzeitsystemen	2	VO	3,0	W
Entwurf von Echtzeitsystemen	1	UE	1,5	W
Mathe-Fit	1	VO	1,5	W
Physik (ET)	3	VO	4,5	W
Physik (ET)	1	UE	1,5	W
Signaltransformationen	1	VO	1,5	S
Signaltransformationen	1,5	UE	2,0	S
Signalverarbeitung	2	VO	3,0	S
Signalverarbeitung	1	UE	1,5	S
Signalverarbeitung, Konversatorium	1	UE	1,0	S

## Anhang III.

### Äquivalenzliste

Für Lehrveranstaltungen, deren Äquivalenz bzw. Anerkennung in diesem Teil des Anhangs zum Curriculum definiert ist, ist keine gesonderte Anerkennung durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ mehr erforderlich. Auf die Möglichkeit einer individuellen Anerkennung nach § 78 UG per Bescheid durch das für studienrechtliche Angelegenheiten zuständige Organ wird hingewiesen.

Eine Äquivalenzliste definiert die Gleichwertigkeit von positiv absolvierten Lehrveranstaltungen dieses vorliegenden Curriculums und des vorhergehenden Curriculums. Diese Äquivalenz gilt in beide Richtungen, d.h. dass positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorhergehenden Curriculums zur Anrechnung im vorliegenden Curriculum heranzuziehen sind und positiv absolvierte Lehrveranstaltungen des vorliegenden Curriculums zur Anrechnung im vorhergehenden Curriculum.

Lehrveranstaltungen, die bezüglich Titel und Typ sowie Anzahl der ECTS-Anrechnungspunkte oder Semesterstundenanzahl übereinstimmen, sind äquivalent und werden deshalb nicht in der Äquivalenzliste angeführt.

Vorliegendes Curriculum 2019				Vorgehendes Curriculum 2014, Version 2016			
Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS	Lehrveranstaltung	LV-Typ	SSt.	ECTS
Foundations of Computer Science (CS)	VO	2	3,0	Grundlagen der Informatik (CS)	VO	2	3,0
Foundations of Computer Science (CS)	UE	2	3,0	Grundlagen der Informatik (CS)	UE	3	4,0
Einführung in die strukturierte Programmierung	VO	1	1,5	Einführung in die strukturierte Programmierung	VU	2	3,0
Einführung in die strukturierte Programmierung	KU	2	2,5				
Objektorientierte Programmierung 1	VO	1	1,5	Softwareentwicklung Praktikum	VU	3	5,0
Objektorientierte Programmierung 1	KU	3	4,0				
Objektorientierte Programmierung 2	VO	1	1,5	Softwareentwicklung in verteilten Umgebungen	VU	3	4,0
Objektorientierte Programmierung 2	KU	2	2,5				
Design your own app	VU	2	3,0	Programmieren 0	VU	1	1,5
Softwareentwicklungsprozess	VO	1	1,5	Objektorientierte Analyse und Design	VU	3	4,5
Computational Methods for Statistics	VU	2	2,5	Web Science	VU	2	3,0
System Level Programming	VU	2	3,0	Systemnahe Programmierung	KU	1,5	2,0



Operating Systems	VU	5	7,0	Betriebssysteme	VU	4	7,5
Deklarative Programmierung	VU	2	3,0	Logik und logische Programmierung	VU	2	3,0
Grundlagen der Artificial Intelligence und Logik	VU	2	3,0	Klassische Themen der Computerwissenschaft	VO	3	4,0
Algorithmen und Spiele	VU	1,5	2,0	Klassische Themen der Computerwissenschaft	UE	1	2,0
Softwareparadigmen	VU	3	4,0	Softwareparadigmen	VU	3	5,5
Datenstrukturen und Algorithmen 2	VU	2	2,5	Geometrische Algorithmen	UE	1	1,0
Geometrische Algorithmen	VO	2,5	3,0	Geometrische Algorithmen	VO	2	3,0
Theoretische Informatik	VO	2	3,0	Theoretische Informatik I	VO	2	3,0
Theoretische Informatik	KU	1	1,0	Theoretische Informatik I	KU	1	1,0
Theoretische Informatik	VO	2	3,0	Theoretische Informatik 1	VO	2	3,0
Theoretische Informatik	KU	1	1,0	Theoretische Informatik 1	KU	1	1,0
Datenstrukturen und Algorithmen 1	VO	2	3,0	Datenstrukturen und Algorithmen	VO	2	3,0
Datenstrukturen und Algorithmen 1	UE	1	1,5	Datenstrukturen und Algorithmen	UE	1	1,5
Data Management	VO	2	3,0	Datenbanken	VU	3	4,0
Data Management	KU	1	1,0				
Introduction to Data Science and Artificial Intelligence	VU	2	3,0	Einführung in die Wissenstechnologien	VU	2	3,0
Computergrafik	VU	2	2,5	Computergrafik 1 oder Computergrafik 2	VU	1,5	2,5 oder 2,0
Computer Vision	VU	2	2,5	Computer Vision 1 oder Computer Vision 2	VU	1,5	2,0 oder 2,5
Verfassen Wissenschaftlicher Arbeiten	SE	1	2,0	Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	SE	2	3,0
Bachelorarbeit Informatik	SP	2	7,0	Bachelorarbeit Informatik	SE	2	14,0
Numerische Optimierung	VO	3	4,5				
Machine Learning 1	VO	2	3,0	Computational Intelligence	VO	2	3,0
Machine Learning 1	UE		1,5	Computational Intelligence	UE	1	1,5
Diskrete Mathematik für Informatikstudien	VU	5	7,0	Diskrete Mathematik TE	VU	3	4,5
				Computermathematik 1	VU	1	1,5
Einführung in das Studium der Informatik	OL	1	1,0	Einführung in das der Studium Informatik	VO	1	1,0
Numerische Optimierung	UE	2	2,5	Computer Vision 1	VU	1,5	2,0

				oder Computer Vision 2			oder 2,5
Information Security	KU	2,5	3,0	Introduction to Information Security (E)	KU	1	1,5
				Rechner- und Kommunikationsnetze	KU	1	1,5
Information Security	VO	2,5	4,0	Introduction to Information Security (E)	VO	2	3,0
Computer Organization and Networks	VO	2,5	4,0	Rechnerorganisation	VO	2	3,0
				Rechner- und Kommunikationsnetze	VO	2	3,0
Computer Organization and Networks	KU	2,5	3,0	Rechnerorganisation	KU	1	1,5
Numerisches Rechnen und Lineare Algebra	VU	5	7,0	Numerisches Rechnen und lineare Algebra	VU	3	4,5
				Computergrafik 1 oder Computergrafik 2	VU	1,5	2,5 oder 2,0
Analysis 1 für Informatikstudien	VU	5	7,0	Analysis T1	VU	5	7,0
Analysis 2 für Informatikstudien	VU	5	7,0	Fundamentals of Geometry Processing	VU	3	4,5
Wahlfach 1 und 2	-	-	14,0	Software-Maintenance	VU	3	4,5
				Microcontroller	VO	1,5	2,0
				Microcontroller	UE	2	3,0
				Gesellschaftliche Aspekte der Informationstechnologie	VU	3	2,5

Alle Lehrveranstaltungen die mit „oder“ im Curriculum 2014, Version 2016 verknüpft sind (Computergrafik 1, Computergrafik 2, Computer Vision 1, Computer Vision 2) können nur einmal angerechnet werden.

---

## Anhang IV.

### Lehrveranstaltungstypen

An der TU Graz werden gemäß § 4 (1) des Satzungsteils Studienrecht folgende Lehrveranstaltungstypen angeboten. Die in Ziffer 2) bis Ziffer 12) genannten Lehrveranstaltungen sind Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter.

- 1) VO ... Vorlesung: In Vorlesungen wird in didaktisch gut aufbereiteter Weise in Teilbereiche des Fachs und seine Methoden eingeführt. Es werden die Inhalte und Methoden eines Fachs vorgetragen.
- 2) UE ... Übung: In Übungen werden die Fähigkeiten der Studierenden zu Anwendungen des Fachs auf konkrete Problemstellungen entwickelt.
- 3) KU ... Konstruktionsübung: In Konstruktionsübungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen vermittelten Stoffs in konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung vermittelt. Es sind spezielle Geräte bzw. eine besondere räumliche Ausstattung notwendig.
- 4) LU ... Laborübung: In Laborübungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen vermittelten Stoffs in praktischer, experimenteller und/oder konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung mit besonders intensiver Betreuung vermittelt. Laborübungen enthalten als wesentlichen Bestandteil die Anfertigung von Protokollen über die durchgeführten Arbeiten.
- 5) PT ... Projekt: In Projekten werden experimentelle, theoretische und/oder konstruktive, angewandte Arbeiten bzw. kleine Forschungsarbeiten unter Berücksichtigung aller erforderlichen Arbeitsschritte durchgeführt. Projekte werden mit einer schriftlichen Arbeit abgeschlossen, die einen Teil der Beurteilung bildet. Projekte können als Teamarbeit oder als Einzelarbeiten durchgeführt werden, bei einer Teamarbeit muss die individuelle Leistung beurteilbar bleiben.
- 6) VU ... Vorlesung mit integrierter Übung: Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU) bieten neben der Einführung in Teilbereiche des Fachs und seine Methoden auch Anleitungen zum eigenständigen Wissenserwerb oder zur eigenständigen Anwendung in Beispielen.
- 7) SE ... Seminar: Seminare dienen zur Vorstellung von wissenschaftlichen Methoden, zur Erarbeitung und kritischen Bewertung eigener Arbeitsergebnisse, spezieller Kapitel der wissenschaftlichen Literatur und zur Übung des Fachgesprächs. Es werden schriftliche Arbeiten verfasst, präsentiert und diskutiert.
- 8) SP ... Seminarprojekt: In Seminarprojekten werden wissenschaftliche Methoden zur Bearbeitung von experimentellen, theoretischen und/oder

---

konstruktiven angewandten Problemen herangezogen bzw. kleine Forschungsarbeiten unter Berücksichtigung aller erforderlichen Arbeitsschritte durchgeführt. Seminarprojekte werden mit einer schriftlichen Arbeit und einer mündlichen Präsentation abgeschlossen, die einen Teil der Beurteilung bildet. Seminarprojekte können als Teamarbeit oder als Einzelarbeiten durchgeführt werden, wobei bei einer Teamarbeit die individuelle Leistung beurteilbar bleiben muss.

- 9) EX ... Exkursion: Exkursionen dienen durch den Praxisbezug außerhalb des Studienstandortes zur Veranschaulichung von in anderen Lehrveranstaltungstypen erarbeiteten Inhalten.
- 10) OL ... Orientierungslehrveranstaltung: Orientierungslehrveranstaltungen dienen als Informationsmöglichkeit und sollen einen Überblick über das Studium vermitteln.
- 11) PV ... Privatissimum: Das Privatissimum ist ein Forschungsseminar im Rahmen des Doktoratsstudiums.
- 12) FU ... Feldübung: Feldübungen werden außerhalb der Räumlichkeiten der TU Graz im Gelände (z. B. Straßenbereich, Baustellen, alpines Gelände, Wald, Tunnel) und zum Teil auch bei unwirtlichen Witterungsbedingungen abgehalten. Die Studierenden führen die Übungsaufgaben nach entsprechender Vorbereitung im Wesentlichen selbstständig durch.