

Mitteilungsblatt – Sondernummer der Paris Lodron-Universität Salzburg

375. Curriculum für das Bachelorstudium Artificial Intelligence an der Paris Lodron-Universität Salzburg (Version 2022)

Inhalt

§ 1	Allgemeines	2
§ 2	Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil	2
(1)	Gegenstand des Studiums	2
(2)	Qualifikationsprofil und Kompetenzen (Learning Outcomes)	3
(3)	Bedarf und Relevanz des Studiums für Wissenschaft, Gesellschaft & Arbeitsmarkt	3
§ 3	Aufbau und Gliederung des Studiums	4
§ 4	Typen von Lehrveranstaltungen	5
§ 5	Studieninhalt und Studienverlauf	6
§ 6	Wahlmodulkataloge und/oder gebundene Wahlmodule	8
§ 7	Freie Wahlfächer	10
§ 8	Bachelorarbeit	10
§ 9	Praxis	11
§ 10	Auslandsstudien	11
§ 11	Vergabe von Plätzen bei Lehrveranstaltungen mit limitierter TeilnehmerInnenzahl	11
§ 12	Zulassungsbedingungen zu Prüfungen	12
§ 13	Prüfungsordnung	12
§ 14	Inkrafttreten	12
Anhang I: Modulbeschreibungen		14
Pflichtmodule (Modulcodes B.AI.1 – B.AI.12)		14
Wahlmodule (Modulcodes B.AI.WM.1 – B.AI.WM.13)		26

Der Senat der Paris-Lodron-Universität Salzburg hat in seiner Sitzung am 17.05.2022 das von der Curricularkommission Artificial Intelligence der Universität Salzburg in der Sitzung vom 28.04.2022 beschlossene Curriculum für das Bachelorstudium Artificial Intelligence (AI) in der nachfolgenden Fassung erlassen.

Rechtsgrundlage sind das Bundesgesetz über die Organisation der Universitäten und ihre Studien (Universitätsgesetz 2002 – UG), BGBl. I Nr. 120/2002, sowie der studienrechtliche Teil der Satzung der Universität Salzburg in der jeweils geltenden Fassung.

§ 1 Allgemeines

- (1) Der Gesamtumfang für das Bachelorstudium Artificial Intelligence beträgt 180 ECTS-Anrechnungspunkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 6 Semestern.
- (2) AbsolventInnen des Bachelorstudiums Artificial Intelligence wird der akademische Grad „Bachelor of Science“, abgekürzt „BSc“, verliehen.
- (3) Allen Leistungen, die von Studierenden zu erbringen sind, werden ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt. Ein ECTS-Anrechnungspunkt entspricht 25 Arbeitsstunden und beschreibt das durchschnittliche Arbeitspensum, das erforderlich ist, um die erwarteten Lernergebnisse zu erreichen. Das Arbeitspensum eines Studienjahres entspricht 1500 Echtstunden und somit einer Zuteilung von 60 ECTS-Anrechnungspunkten.
- (4) Studierende mit Behinderung und/oder chronischer Erkrankung dürfen keinerlei Benachteiligung im Studium erfahren. Es gelten die Grundsätze der UN-Konvention für die Rechte von Menschen mit Behinderungen, das Gleichstellungsgesetz sowie das Prinzip des Nachteilsausgleichs.

§ 2 Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil

(1) Gegenstand des Studiums

Das Bachelorstudium Artificial Intelligence bietet sowohl eine fundierte theoretische Grundausbildung, um AI Methoden entwickeln, analysieren und bewerten zu können, vermittelt aber in gleichem Maße Kompetenzen zur konkreten Implementierung und Bereitstellung dieser Methoden in realen Anwendungen und Problemstellungen. Obwohl AI, zumindest aus historischer Sicht, ein hochgradig interdisziplinär motiviertes Fachgebiet darstellt (mit Überschneidungen zu den Neurowissenschaften, der Philosophie, oder der Psychologie), bilden heutzutage die Mathematik und die Informatik das unverrückbare wissenschaftliche Fundament. Das Bachelorstudium Artificial Intelligence vermittelt hier die notwendigen Grundlagen aus den für AI relevantesten Teilen beider Fachgebiete. Darauf basierend bietet das Studium Inhalte in den Bereichen des maschinellen Lernens (und dessen verschiedenster Varianten), der Optimierung, der symbolischen AI, den Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine, sowie den ethischen und rechtlichen Aspekten von AI. Studierenden wird zudem die Möglichkeit geboten, anhand eines breiten Spektrums an Wahlmodulen die fachliche Breite von AI und deren konkrete Ausprägungen in unterschiedlichsten Disziplinen kennenzulernen. Die erworbenen Kompetenzen werden abschließend im Rahmen einer AI Werkstatt an realen Problemstellungen aus der Wirtschaft und Forschung verfeinert. Dabei werden Studierende in aktuelle interdisziplinäre Forschungsthemen an der Universität eingebunden und arbeiten, projektbasiert, an Fragestellungen aus verschiedenen Fachgebieten. Dies spiegelt nicht nur die breite Anwend-

barkeit von AI Methoden wider, sondern schärft auch den Blick für das große Ganze und unterstreicht die Tatsache, dass, wenn abstrahiert betrachtet, die konkreten, datenbezogenen Problemstellungen in scheinbar disjunkten Forschungsgebieten oftmals überraschend ähnlich sind. Im Allgemeinen dient das Bachelorstudium Artificial Intelligence der facheinschlägigen wissenschaftlichen Berufsvorbildung sowie der Qualifizierung für berufliche Tätigkeiten, welche die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden erfordern (§ 51 Abs. 2 Z 4 UG 2002).

(2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen (Learning Outcomes)

AbsolventInnen des Bachelorstudiums Artificial Intelligence:

- besitzen die für das Fachgebiet fundamentalen Grundkenntnisse aus der Mathematik und Informatik, konkret aus den folgenden Teilgebieten: Analysis, Diskrete Mathematik, Lineare Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik/Stochastik, Algorithmen & Datenstrukturen, Formale Sprachen & Komplexitätstheorie, Datenbanken, Programmierung
- besitzen vertiefende methodische und praktische Kompetenzen in folgenden AI Kerngebieten: Maschinelles Lernen & Lerntheorie, Symbolische AI, Optimierung, Computer Vision, Human-Computer Interaction
- können Unterschiede bzw. Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Teilgebieten von AI erkennen und beschreiben
- kennen Grundprinzipien der Ethik und können anhand dieser und dem erworbenen Methodenwissen absehbare ethische Probleme beim Einsatz von AI Methoden in konkreten Anwendungsszenarien identifizieren
- kennen die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von AI Methoden, speziell in gesellschaftlich sensiblen Bereichen
- können Problemstellungen abstrahieren, die Anwendbarkeit von AI Methoden in diesen Problemstellungen einschätzen und entsprechende Lösungsmethoden identifizieren
- können AI Methoden formal korrekt beschreiben, analysieren und bewerten
- können AI Methoden im Kontext realer Problemstellungen nach den Prinzipien des guten Software Engineerings implementieren und sind mit den facheinschlägigen Programmiersprachen und Software Frameworks / Programmbibliotheken vertraut
- beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens
- können komplexe Inhalte verständlich präsentieren und kommunizieren

(3) Bedarf und Relevanz des Studiums für Wissenschaft, Gesellschaft & Arbeitsmarkt

Artificial Intelligence ist bereits jetzt ein wesentlicher Bestandteil unserer Gesellschaft und wird in naher Zukunft in vielen weiteren Bereichen unseres täglichen Lebens eine noch tragendere Rolle spielen. Methoden aus diesem Gebiet sind zentral in der immer weiter voranschreitenden Digitalisierung der Gesellschaft, sei es im Gesundheitswesen, der Wirtschaft und Industrie, in Bereichen des öffentlichen Lebens, oder in der Art und Weise, wie wir uns fortbewegen und miteinander kommunizieren. Es ist daher nur natürlich, diese rasant fortschreitenden Entwicklungen auch in der universitären Ausbildung besser abzubilden, um damit einerseits der Rolle der Universität als moderne Bildungseinrichtung gerecht zu werden und andererseits dem offensichtlichen Mangel an methodisch fundiert ausgebildeten Fachkräften im Bereich AI entgegenzuwirken.

AbsolventInnen des Bachelorstudiums Artificial Intelligence stehen u.a. folgende Berufsfelder offen: Prinzipiell qualifiziert das Studium zur Tätigkeit in der Forschung und Entwicklung (R&D) von AI Methoden in nahezu jedem Bereich der Wirtschaft und Industrie, sowie dem Design und Management von AI Software Lösungen, sowie Consulting im Bereich AI. Beispiele für typische Tätigkeitsfelder sind u.a.

- Entwicklung von Vorhersagemodellen im Finanz- und Versicherungssektor
- Entwicklung AI-gestützter Lösungen im Logistik- und Transportsektor
- Entwicklung von „Predictive Maintenance“ Lösungen in der fertigen Industrie
- Entwicklung AI-gestützter Diagnostik im Medizin- und Gesundheitssektor
- Entwicklung von AI-gestützten Simulationen im Pharmasektor
- Entwicklung von AI Anwendungen im Sportsektor.

Branchentypische Berufsbezeichnungen sind u.a. „Data Analyst“, „Data Scientist“, „AI/Machine Learning Engineer“, „AI/Machine Learning Developer“

§ 3 Aufbau und Gliederung des Studiums

(1) Studieneingangs- und Orientierungsphase (STEOP):

Das Bachelorstudium Artificial Intelligence enthält eine Studieneingangs- und Orientierungsphase im ersten Semester im Ausmaß von 8 ECTS-Anrechnungspunkten. Die Studieneingangs- und Orientierungsphase ist gemäß § 66 UG 2002 so gestaltet, dass sie einen Überblick über die wesentlichen Inhalte des jeweiligen Studiums und dessen weiteren Verlauf vermittelt.

Für das Bachelorstudium Artificial Intelligence gelten für die Studieneingangs- und Orientierungsphase folgende Regelungen:

- Absolvierung der Lehrveranstaltung „AI Eingangswerkstatt (VO, 2 ECTS)“ aus Modul 1 (B.AI.1), der Lehrveranstaltung „Grundlagen der Mathematik (VU, 3 ECTS)“ aus Modul 1 (B.AI.1), sowie der Lehrveranstaltung „Einführung in die Programmierung (VO, 3 ECTS)“ aus Modul 7 (B.AI.7), sofern die Studieneingangs- und Orientierungsphase im **Wintersemester** absolviert wird.
- Absolvierung der Lehrveranstaltung „Lineare Algebra I (VO, 4 ECTS)“ aus Modul 4 (B.AI.4), sowie der Lehrveranstaltungen „Algorithmen und Datenstrukturen (VO, 4 ECTS)“ aus Modul 7 (B.AI.7), sofern die Studieneingangs- und Orientierungsphase im **Sommersemester** absolviert wird.

Die positive Absolvierung der Studieneingangs- und Orientierungsphase ist Voraussetzung für die Absolvierung sämtlicher weiterer Lehrveranstaltungen und Prüfungen des Studiums. Abweichend davon dürfen Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von 22 ECTS-Anrechnungspunkten vor der vollständigen Absolvierung der Studieneingangs- und Orientierungsphase absolviert werden.

(2) Das Bachelorstudium Artificial Intelligence beinhaltet 12 Module (B.AI.1 – B.AI.12), für die 135 ECTS-Anrechnungspunkte vorgesehen sind. Weiters sind 12 ECTS-Anrechnungspunkte für Freie Wahlfächer und 24 ECTS-Anrechnungspunkte für Wahlmodule veranschlagt. Die Bachelorarbeit wird mit 9 ECTS-Anrechnungspunkten bewertet.

	ECTS
B.AI.1 – Grundlagen der Mathematik & AI	11
B.AI.2 – Analysis	18
B.AI.3 – Probabilistische Grundlagen von AI	11
B.AI.4 – Lineare Algebra	11
B.AI.5 – Statistik & Lerntheorie	13
B.AI.6 – Machine Learning, Optimization & Symbolic AI	15
B.AI.7 – Einführung in Programmierung & Algorithmen	17
B.AI.8 – Datenbanken & Formale Systeme	8
B.AI.9 – Programmieren für AI	6
B.AI.10 – Ethik, Recht und Human-Computer Interfaces	9
B.AI.11 – Reinforcement Learning & Perception	10
B.AI.12 – AI Werkstatt	6
Wahlmodule (B.AI.WM.xx), siehe § 6	24
Freie Wahlfächer	12
Bachelorarbeit	9
Summe	180

§ 4 Typen von Lehrveranstaltungen

Im Studium sind folgende Lehrveranstaltungstypen vorgesehen:

Vorlesung (VO) gibt einen Überblick über ein Fach oder eines seiner Teilgebiete, sowie dessen theoretische Ansätze und präsentiert unterschiedliche Lehrmeinungen und Methoden. Die Inhalte werden überwiegend im Vortragsstil vermittelt. Eine Vorlesung ist nicht prüfungsimmanent und hat keine Anwesenheitspflicht.

Vorlesung mit Übung (VU) verbindet die theoretische Einführung in ein Teilgebiet mit der Vermittlung praktischer Fähigkeiten. Eine Vorlesung mit Übung ist nicht prüfungsimmanent und hat keine Anwesenheitspflicht.

Übung (UE) dient dem Erwerb, der Erprobung und Perfektionierung von praktischen Fähigkeiten und Kenntnissen des Studienfaches oder eines seiner Teilbereiche. Eine Übung ist eine prüfungsimmanente Lehrveranstaltung mit Anwesenheitspflicht.

Übung mit Vorlesung (UV) verbindet die theoretische Einführung in ein Teilgebiet mit der Vermittlung praktischer Fähigkeiten, wobei der Übungscharakter dominiert. Die Übung mit Vorlesung ist eine prüfungsimmanente Lehrveranstaltung mit Anwesenheitspflicht.

Proseminar (PS) ist eine wissenschaftsorientierte Lehrveranstaltung und bildet die Vorstufe zu Seminaren. In praktischer wie auch theoretischer Arbeit werden unter aktiver Mitarbeit seitens der Studierenden Grundkenntnisse und Fähigkeiten wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt. Ein Proseminar ist eine prüfungsimmanente Lehrveranstaltung mit Anwesenheitspflicht.

Seminar (SE) ist eine wissenschaftlich weiterführende Lehrveranstaltung. Sie dient dem Erwerb von vertiefendem Fachwissen, sowie der Diskussion und Reflexion wissenschaftlicher Themen

anhand aktiver Mitarbeit seitens der Studierenden. Ein Seminar ist eine prüfungsimmanente Lehrveranstaltung mit Anwesenheitspflicht.

Interdisziplinäres Projekt (IP) nutzt Ansätze, Denkweisen und Methoden verschiedener Fachrichtungen zur Vernetzung von Themenbereichen und verbindet theoretische und praktische Zielsetzungen. Ein Interdisziplinäres Projekt ist eine prüfungsimmanente Lehrveranstaltung mit Anwesenheitspflicht.

Grundkurs (GK) ist eine einführende Lehrveranstaltung, in der Inhalte von Prüfungsfächern in einer didaktisch aufbereiteten Form vermittelt werden, die den Studierenden ein möglichst hohes Maß an eigenständiger Aneignung der Inhalte ermöglicht. Ein Grundkurs ist eine prüfungsimmanente Lehrveranstaltung mit Anwesenheitspflicht.

§ 5 Studieninhalt und Studienverlauf

Im Folgenden sind die Module und Lehrveranstaltungen des Bachelorstudiums Artificial Intelligence aufgelistet. Die Zuordnung zu Semestern ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf das Vorwissen aufbaut und den Jahresarbeitsaufwand von 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet. Module und Lehrveranstaltungen können auch in anderer Reihenfolge absolviert werden, sofern keine Voraussetzungen nach § 12 festgelegt sind.

Die detaillierten Beschreibungen der Module inkl. der zu vermittelnden Kenntnisse, Methoden und Fertigkeiten finden sich in Anhang I: Modulbeschreibungen.

Bachelorstudium Artificial Intelligence										
Modul	Lehrveranstaltung	SSt.	Typ	ECTS	Semester mit ECTS					
					I	II	III	IV	V	VI
(1) Pflichtmodule										
Modul 1 (B.AI.1)										
	AI Eingangswerkstatt	2	VO	2	2					
	AI Eingangswerkstatt	2	UE	2	2					
	Grundlagen der Mathematik	3	VU	3	3					
	Diskrete Mathematik	2	VO	2	2					
	Diskrete Mathematik	1	UE	2	2					
	Zwischensumme Modul 1	10		11	11					
Modul 2 (B.AI.2)										
	Analysis I	5	VO	5	5					
	Analysis I	2	UE	3	3					
	Analysis IIa	3	VO	3		3				
	Analysis IIa	1	UE	2		2				
	Analysis IIb	2	VO	3		3				
	Analysis IIb	1	UE	2		2				
	Zwischensumme Modul 2	14		18	8	10				
Modul 3 (B.AI.3)										
	Analysis IIIa	2	VO	2.5			2.5			
	Analysis IIIa	1	UE	1.5			1.5			
	Wahrscheinlichkeitsrechnung	4	VO	4				4		
	Wahrscheinlichkeitsrechnung	2	UE	3				3		
	Zwischensumme Modul 3	9		11			4	7		

Modul 4 (B.AI.4)									
Lineare Algebra I	4	VO	4		4				
Lineare Algebra I	2	UE	3		3				
Lineare Algebra II und Geometrie	2	VO	2			2			
Lineare Algebra II und Geometrie	1	UE	2			2			
Zwischensumme Modul 4	9		11		7	4			
Modul 5 (B.AI.5)									
Mathematische Statistik	2	VO	3					3	
Mathematische Statistik	1	UE	2					2	
Angewandte Statistik	2	UV	3						3
Statistical Learning Theory	2	VO	2.5						2.5
Statistical Learning Theory	1	PS	2.5						2.5
Zwischensumme Modul 5	8		13					5	8
Modul 6 (B.AI.6)									
Machine Learning	4	VO	5			5			
Machine Learning	2	PS	4			4			
Optimization for AI	3	UV	3			3			
Symbolic AI	3	UV	3				3		
Zwischensumme Modul 6	12		15			12	3		
Modul 7 (B.AI.7)									
Einführung in die Programmierung	3	VO	3	3					
Einführung in die Programmierung	2	PS	4	4					
Objektorientierte Programmierung	1	UV	2		2				
Algorithmen und Datenstrukturen	4	VO	4		4				
Algorithmen und Datenstrukturen	2	PS	4		4				
Zwischensumme Modul 7	12		17	7	10				
Modul 8 (B.AI.8)									
Datenbanken I	2	VO	2				2		
Datenbanken I	1	PS	2				2		
Formale Sprachen und Komplexitätstheorie	2	VO	2					2	
Formale Sprachen und Komplexitätstheorie	1	PS	2					2	
Zwischensumme Modul 8	6		8				4	4	
Modul 9 (B.AI.9)									
Applied AI (in Python)	3	UV	3			3			
Applied AI (in R)	3	UV	3				3		
Zwischensumme Modul 9	6		6			3	3		
Modul 10 (B.AI.10)									
Responsible HCI	2	VU	2				2		
Grundlagen der HCI	2	VO	2			2			
HCI Übungen	1	UV	2			2			
Intelligent Interfaces	2	UV	3				3		
Zwischensumme Modul 10	7		9			4	5		
Modul 11 (B.AI.11)									
Reinforcement Learning	2	VO	2.5				2.5		
Reinforcement Learning	1	UE	2.5				2.5		
Computer Vision	2	VO	2.5					2.5	
Computer Vision	1	PS	2.5					2.5	
Zwischensumme Modul 11	6		10				5	5	
Modul 12 (B.AI.12)									
AI Werkstatt	2	UV	2					2	

AI Werkstatt	2	SE	2					2	
AI Bachelorseminar	2	SE	2						2
Zwischensumme Modul 12	6		6					4	2
Summe Pflichtmodule	105		135	26	27	27	27	18	10
(2) Wahlmodule lt. § 6									
Summe Wahlmodulkataloge			24				3	10	11
(3) Freie Wahlfächer									
			12	4	3	3		2	
(4) Bachelorarbeit									
			9						9
			180	30	30	30	30	30	30
Summen Gesamt			180	60	60	60	60	60	

§ 6 Wahlmodulkataloge und/oder gebundene Wahlmodule

- (1) Studierende im Bachelorstudium Artificial Intelligence haben (mindestens zwei) Wahlmodule im Gesamtausmaß von 24 ECTS-Anrechnungspunkten zu absolvieren.
- (2) Pro Wahlmodul sind Lehrveranstaltungen im Ausmaß von mindestens 8 bis maximal 16 ECTS-Anrechnungspunkten zu absolvieren. Diese sind aus den nachfolgend angeführten Listen auszuwählen.
- (3) Studierende dürfen ein individuelles Wahlmodul zusammenstellen, sofern die gewählten Lehrveranstaltungen der wissenschaftlichen Berufsbildung entsprechen; der Antrag zur Genehmigung eines solchen individuellen Wahlmoduls ist an die/den Curricularkommissionsvorsitzende/n zu richten.
- (4) Die Wahlmodule des Bachelorstudiums Artificial Intelligence sind im Folgenden angeführt.

Wahlmodule Artificial Intelligence				
Modul	Lehrveranstaltung	SSt.	Typ	ECTS
Wahlmodul 1 (B.AI.WM.1) Volkswirtschaftslehre				
	Einführung in die Volkswirtschaftslehre	2	VO	3
	Mikroökonomik	3	GK	4.5
	Makroökonomik	3	GK	4.5
	Angewandte Ökonomik	2	PS, UV, GK	4
Wahlmodul 2 (B.AI.WM.2) Ethik				
	Grundlagen der Ethik 1: Ethik	2	VO	3
	Grundlagen der Ethik 2: Normen, Werte, Gesellschaft	2	VO	4
	Grundlagen der Ethik 3: Politische Philosophie	2	VO	3
	Ethik der Künstlichen Intelligenz und Digitalisierung	2	SE	5
	Ethik und digitale Kommunikation	2	SE	5
	Philosophische Ethik	2	VO	3
	Ethik in Führung, Organisation und Produktentwicklung	2	VU	4
	Sozialethik der Digitalisierung und Technik	2	VU	4

Wahlmodul 3 (B.AI.WM.3) Medizinische Biologie			
Allgemeine Biologie	1	VO	1.5
Genetik	2	VO	3
Digitalisierung	1	VO	1.5
Bioinformatik	2	VO	3
Wahlmodul 4 (B.AI.WM.4) INF: Systems			
Digitale Rechenanlagen	2	VO	2
Digitale Rechenanlagen	2	PS	3
Rechnerarchitektur	1	VO	1.5
Rechnerarchitektur	1	PS	2.5
Grundlagen Betriebssysteme	2	VO	2
Systems Engineering	2	UV	4
Grundlagen Compilersysteme	3	UV	6
Einführung UNIX	1	VO	1
Einführung UNIX	1	PS	1
Wahlmodul 5 (B.AI.WM.5) INF: Netze & Sicherheit			
Einführung in die Kryptographie und IT-Sicherheit	2	VO	2
Einführung in die Kryptographie und IT-Sicherheit	1	PS	2
Cybersecurity	1	PS	2
Netze und Verteilte Systeme I	2	VO	2
Netze und Verteilte Systeme II	1	VO	1
Netze und Verteilte Systeme	2	PS	4
Wahlmodul 6 (B.AI.WM.6) INF: Big Data			
Datenbanken II	3	VO	3
Datenbanken II	1	PS	2
Tuning von Datenbanksystemen	2	VO	2
Tuning von Datenbanksystemen	1	PS	2
Datenmanagement jenseits von Relationen	3	VU	4
Introduction to Big Data Algorithms	3	VU	4
Algorithmen für verteilte Systeme	2	VO	2
Algorithmen für verteilte Systeme	1	PS	2
Wahlmodul 7 (B.AI.WM.7) INF: Bildverarbeitung			
Grundlagen Bildverarbeitung	2	VO	2
Grundlagen Bildverarbeitung	1	PS	2
Multimedia Datenformate	2	VO	2
Multimedia Datenformate	1	PS	2
Imaging Beyond Consumer Cameras	2	VO	2.5
Imaging Beyond Consumer Cameras	1	PS	2.5
Wahlmodul 8 (B.AI.WM.8) MATH: Mathematische Computerwissenschaften			
Kryptologie	2	VO	3
Kryptologie	1	UE	2
Endliche Körper und Codierung	2	VO	3
Endliche Körper und Codierung	1	UE	2
Symbolic Computation	2	VO	3
Symbolic Computation	1	UE	2

Wahlmodul 9 (B.AI.WM.9) MATH: Vertiefung Zahlentheorie und Algebra			
Zahlentheorie	2	VO	2
Zahlentheorie	1	UE	2
Algebra I	2	VO	3
Algebra I	1	UE	2
Algebra II	2	VO	3
Algebra II	1	UE	2
Wahlmodul 10 (B.AI.WM.10) MATH: Vertiefung Analysis			
Analysis IIIb	2	VO	2.5
Analysis IIIb	1	UE	1.5
Funktionalanalysis	4	VO	5
Funktionalanalysis	2	UE	3
Wahlmodul 11 (B.AI.WM.11) MATH: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen und numerische Mathematik			
Wissenschaftliches Rechnen	3	UV	5
Numerische Mathematik	4	VO	5
Numerische Mathematik	2	UE	3
Wahlmodul 12 (B.AI.WM.12) Geoinformatik			
Design Studio	4	IP	12
Advanced Remote Sensing	4	PS	6
Digital Earth: Big Earth Data Concepts	2	UE	3
Praxis: Geographische Informationssysteme	2	UE	4
Spring School: Data Science methods within Geoinformatics	2	UE	2
Individuelles Wahlmodul 13 (BA.AI.WM13)			
Summe Wahlmodule			24

§ 7 Freie Wahlfächer

- (1) Im Bachelorstudium Artificial Intelligence sind frei zu wählende Lehrveranstaltungen im Ausmaß von 12 ECTS-Anrechnungspunkten zu absolvieren. Diese können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten postsekundären Bildungseinrichtungen gewählt werden und dienen dem Erwerb von Zusatzqualifikationen sowie der individuellen Schwerpunktsetzung innerhalb des Studiums.
- (2) Bei innerem fachlichem Zusammenhang der gewählten Lehrveranstaltungen im Ausmaß von 12 ECTS-Anrechnungspunkten kann eine Ausweisung der Wahlfächer als „Wahlfachmodul“ im Bachelorzeugnis erfolgen.
- (3) Es wird empfohlen, weitere Lehrveranstaltungen aus den Wahlmodulen als freie Wahlfächer zu absolvieren.

§ 8 Bachelorarbeit

- (1) Bachelorarbeiten sind eigenständige schriftliche Arbeiten, die im Rahmen von Lehrveranstaltungen abzufassen sind und gemeinsam mit dieser beurteilt werden.
- (2) Im Bachelorstudium Artificial Intelligence ist eine Bachelorarbeit abzufassen.

- (3) Die Bachelorarbeit wird im Rahmen der Lehrveranstaltung „AI Bachelorseminar (SE, 2 ECTS)“ erstellt.

§ 9 Praxis

Studierenden wird empfohlen, eine berufsorientierte Praxis im Rahmen der Freien Wahlfächer im Ausmaß von 6 Wochen im Sinne einer Vollbeschäftigung (dies entspricht 10 ECTS-Anrechnungspunkten) zu absolvieren. Die Praxis hat einen sinnvollen Zusammenhang zum Studium aufzuweisen und ist vom zuständigen studienrechtlichen Organ vor Antritt des Praktikums zu bewilligen.

§ 10 Auslandsstudien

Studierenden des Bachelorstudiums Artificial Intelligence wird empfohlen, ein Auslandssemester zu absolvieren. Dafür kommen insbesondere die Semester vier und fünf des Studiums in Frage. Die Anerkennung von im Auslandsstudium absolvierten Lehrveranstaltungen (inkl. Bachelorarbeiten) erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Die für die Beurteilung notwendigen Unterlagen sind von der/dem AntragstellerIn vorzulegen.

Es wird sichergestellt, dass Auslandssemester ohne Verzögerungen im Studienfortschritt möglich sind, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- pro Auslandssemester werden Lehrveranstaltungen im Ausmaß von zumindest 30 ECTS-Anrechnungspunkten abgeschlossen
- die im Rahmen des Auslandssemesters absolvierten Lehrveranstaltungen stimmen inhaltlich nicht mit bereits an der Universität Salzburg absolvierten Lehrveranstaltungen überein
- vor Antritt des Auslandssemesters wurde bescheidmäßig festgestellt, welche der geplanten Prüfungen den im Curriculum vorgeschriebenen Prüfungen gleichwertig sind.

Neben den fachwissenschaftlichen Kompetenzen können durch einen Studienaufenthalt im Ausland u.a. folgende Qualifikationen erworben werden:

- Erwerb und Vertiefung von fachspezifischen Fremdsprachenkenntnissen
- Erwerb und Vertiefung von allgemeinen Fremdsprachenkenntnissen (Sprachverständnis, Konversation, ...)
- Erwerb und Vertiefung von organisatorischer Kompetenz durch eigenständige Planung des Studienalltags in internationalen Verwaltungs- und Hochschulstrukturen
- Kennenlernen und studieren in internationalen Studiensystemen sowie Erweiterung der eigenen Fachperspektive
- Erwerb und Vertiefung von interkulturellen Kompetenzen.

Studierende mit Behinderungen und/oder chronischer Erkrankung werden bei der Suche nach einem Platz für ein Auslandssemester und dessen Planung seitens der Universität (AB Family, Gender, Diversity & Disability) aktiv unterstützt.

§ 11 Vergabe von Plätzen bei Lehrveranstaltungen mit limitierter TeilnehmerInnenzahl

- (1) Die TeilnehmerInnenzahl ist im Bachelorstudium Artificial Intelligence für die einzelnen Lehrveranstaltungstypen folgendermaßen beschränkt:

Vorlesung (VO)	keine Beschränkung
Vorlesung mit Übung (VU)	keine Beschränkung
Übung (UE)	25
Übung mit Vorlesung (UV)	25
Proseminar (PS)	25
Seminar (SE)	25
Interdisziplinäres Projekt (IP)	16
Grundkurs (GK)	60

- (2) Bei Lehrveranstaltungen mit beschränkter TeilnehmerInnenzahl werden bei Überschreitung der HöchstteilnehmerInnenzahl durch die Anzahl der Anmeldungen jene Studierenden bevorzugt aufgenommen, für die diese Lehrveranstaltung Teil des Curriculums ist.
- (3) Studierende des Bachelorstudiums Artificial Intelligence werden in folgender Reihenfolge in Lehrveranstaltungen aufgenommen:
- vermerkte Wartelistenplätze aus dem Vorjahr
 - Studienfortschritt (Summe der absolvierten ECTS-Anrechnungspunkte im Studium)
 - die höhere Anzahl positiv absolvierter Prüfungen
 - die höhere Anzahl an absolvierten Semestern
 - der nach ECTS-Anrechnungspunkten gewichtete Notendurchschnitt
 - das Los.

Freie Plätze werden an Studierende anderer Studien nach denselben Reihungskriterien vergeben.

- (4) Für Studierende in internationalen Austauschprogrammen stehen zusätzlich zur vor-gesehenen HöchstteilnehmerInnenzahl Plätze im Ausmaß von zumindest zehn Prozent der HöchstteilnehmerInnenzahl zur Verfügung. Diese Plätze werden nach dem Los vergeben.

§ 12 Zulassungsbedingungen zu Prüfungen

Vor der Absolvierung von Prüfungen zu Lehrveranstaltungen oder Modulen, die nicht Teil der Studieneingangs- und Orientierungsphase sind, müssen die Lehrveranstaltungen bzw. Module der Studieneingangs- und Orientierungsphase positiv abgeschlossen sein. Davon ausgenommen ist die Absolvierung jener Lehrveranstaltungen, die gemäß § 3 vorgezogen werden dürfen.

§ 13 Prüfungsordnung

In allen Modulen des Bachelorstudiums Artificial Intelligence erfolgt die Beurteilung in Form von Modulteilprüfungen/Lehrveranstaltungsbasierter Prüfungstyp: Auf Basis der Modulziele werden alle im Modul enthaltenen Lehrveranstaltungen einzeln beurteilt (prüfungsimmanente LV: Beurteilung durch mehrere Teilleistungen; Vorlesungen sowie Vorlesungen mit Übung: Beurteilung durch einen einzigen Prüfungsakt).

§ 14 Inkrafttreten

Das Curriculum tritt mit 1. Oktober 2022 in Kraft.

Anhang I: Modulbeschreibungen

Pflichtmodule (Modulcodes **B.AI.1** – **B.AI.12**)

Modulbezeichnung	Grundlagen Mathematik & AI
Modulcode	B.AI.1
Arbeitsaufwand gesamt	11 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen das Umfeld, in dem sich das Bachelorstudium Artificial Intelligence abspielt • kennen den für sie gültigen Studienplan • kennen die Teilgebiete (und deren Zugänge) von Artificial Intelligence und können die Entwicklungen in diesen Gebieten historisch einordnen • kennen AI-relevante Problemstellungen aus der Wissenschaft und Industrie und können diese Problemstellungen den jeweiligen Teilgebieten von Artificial Intelligence zuordnen • kennen grob überblicksartig die unterschiedlichen mathematischen Disziplinen • können Tools zur Suche mathematischer Literatur sowie Software zur Erstellung mathematischer Texte und zum symbolischen Rechnen nennen und rudimentär damit umgehen • wissen, wie die Mathematik in Bezug auf Logik und Mengenlehre aufgebaut ist • können mit dem Relationenbegriff umgehen • verwenden Abbildungen als universelles Werkzeug und beschreiben sie mit Hilfe charakterisierender Eigenschaften • arbeiten mit Funktionen in verschiedenen Darstellungen und unter verschiedenen Aspekten • kennen die gängigsten Beweisverfahren und können diese an Beispielen erörtern (direkter Beweis, indirekter Beweis, Beweise mit Fallunterscheidungen) • geben Beispiele für den Umgang der Mathematik mit dem unendlich Großen und mit dem unendlich Kleinen • kennen die elementaren Prinzipien des mathematischen Zählens • können mit den Begriffen der elementaren Kombinatorik sicher umgehen und diese an konkreten Beispielen anwenden • kennen die Grundlagen der Graphentheorie und können diese an Beispielen erklären • kennen die Bedeutung von Wege- und Flussnetzen • reflektieren die spezifischen Möglichkeiten und Grenzen mathematischen Modellierens • beschreiben exemplarisch Modellbildungsprozesse in verschiedenen Problemfeldern und realen Kontexten, die mit Netzwerken und Graphen zusammenhängen
Modulinhalt	Kennenlernen der für das Studium relevanten Personen und Institutionen (z.B. Universität, ÖH), Kennenlernen des Curriculums, Einführung in die fundamentalen Grundkonzepte von AI, Überblick zu Teilgebieten von AI (und deren historische Zusammenhänge, Einordnung konkreter praktischer und akademischer Problemstellungen (anhand von Beispielen) zu den jeweiligen Teilgebieten

	<p>ten von AI, Tools zur Suche mathematischer Literatur, Einführung in mathematische Software, Vorstellung der verschiedenen Fachgebiete, Wiederholung von ausgewählten Teilen des Schulstoffes, Aussagenlogik, Prädikatenlogik, Beweistechniken, Mengen und Elemente, axiomatische Mengenlehre, kartesisches Produkt und Relationen, Äquivalenzrelationen und Partitionen, Halbordnungsrelationen, Abbildungen, Permutationen und Transpositionen, Zyklen und das Signum einer Permutation, die natürlichen Zahlen, vollständige Induktion, endliche vs. unendliche Mengen, abzählbare vs. überabzählbare Mengen, elementare Kombinatorik, Schubfachschlussprinzip, Inklusions-/Exklusionsprinzip, Kombinationen, Permutationen, Variationen, Partitionen, Grundbegriffe der Graphentheorie, Wege, Kreise, Wälder und Bäume, Zusammenhang, planare Graphen, bipartite Graphen, Breiten- und Tiefensuche, Wegenetze, Flussnetze</p>
Lehrveranstaltungen	<p>B.AI.1.1 VO: AI Eingangswerkstatt (2 ECTS) B.AI.1.2 UE: AI Eingangswerkstatt (2 ECTS) B.AI.1.3 VU: Grundlagen der Mathematik (3 ECTS) B.AI.1.4 VO: Diskrete Mathematik (2 ECTS) B.AI.1.5 UE: Diskrete Mathematik (2 ECTS)</p>
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Analysis
Modulcode	B.AI.2
Arbeitsaufwand gesamt	18 ECTS-Anrechnungspunkte

<p>Learning Outcomes</p>	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ● beschreiben die Grenzen der rationalen Zahlen ● erläutern die Vollständigkeit und weitere Eigenschaften der reellen Zahlen an Beispielen ● verwenden Axiomatik und Konstruktion zur formalen Grundlegung von Zahlbereichen (bis hin zu den komplexen Zahlen) ● erfassen Gesetze und Bedeutung der Potenzrechnung und des Logarithmus für die Mathematik und ihre Anwendungen ● nutzen elementare Funktionen zur Beschreibung realer Prozesse und innermathematischer Zusammenhänge und erläutern grundlegende Eigenschaften (Monotonie, Umkehrbarkeit) ● definieren den Begriff des Grenzwerts für Folgen und Reihen sowie die Vollständigkeit der reellen Zahlen und verwenden diese Begriffe formal sicher ● interpretieren die Ableitung als Instrument der lokalen Linearisierung ● untersuchen Eigenschaften von Funktionen mit analytischen Mitteln ● definieren die Begriffe Stetigkeit und Differenzierbarkeit formal und begründen zentrale Aussagen über stetige und differenzierbare Funktionen ● erklären die Grundidee des Integrals geometrisch und nutzen sie zur Bestimmung von Flächen ● beschreiben die Idee der Flächenmessung mittels infinitesimaler Ausschöpfung an Beispielen ● begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung formal und anschaulich ● definieren den Begriff des (Riemann-)Integrals formal und verwenden ihn in mathematischen Zusammenhängen ● verstehen den Unterschied von punktweiser und gleichmäßiger Konvergenz von Funktionenfolgen ● erläutern inner- und außermathematische Situationen, in denen die Abhängigkeit von mehreren Variablen eine Rolle spielt ● verstehen, was Differentiation und Integration von Funktionen mehrerer Veränderlicher bedeutet ● können den ein- und mehrdimensionalen Satz von Taylor anwenden und kennen Abschätzungen für das Restglied
<p>Modulinhalt</p>	<p>Axiomatische Beschreibung der reellen Zahlen, Folgerungen aus den Körper-, den Ordnungs- und dem Vollständigkeitsaxiom, Archimedisches Axiom, nützliche Ungleichungen, Potenzen, Abstand und Betrag, Supremum und Infimum, komplexe Zahlen, Folgen, Grenzwert, konvergente und divergente Folgen, Teilfolgen, Häufungswerte, Reihen, konvergente und absolut konvergente Reihen, Konvergenzkriterien, Potenzreihen, elementare Funktionen, reell-/komplexwertige Funktionen, Stetigkeit und Grenzwerte von Funktionen, Zwischenwertsatz, Umkehrsatz für monotone Funktionen, Differenzierbarkeit, Differentiationsregeln, Extremwerte, Mittelwertsatz der Differentialrechnung, Regel von l'Hospital, Riemann-Integral, Stammfunktionen, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Integrationsregeln, Taylorscher Satz und die Taylor-Reihe, uneigentliche Integrale, gleichmäßige Konvergenz, gleichmäßige Stetigkeit, Vertauschung von Grenzübergängen, metrische und normierte Räume, topologische Grundbegriffe, Vollständigkeit, Kompaktheit, Hauptsätze über stetige Funktionen, Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen, totale Ableitung, partielle Ableitung, Ableitungen höherer Ordnung, mehrdimensionale Taylorentwicklung, Gradient und Extremwertbestimmung, Extremwertaufgaben mit Nebenbedingungen, Präsentation des Satzes über implizite Funktionen</p>
<p>Lehrveranstaltungen</p>	<p>B.AI.2.1 VO: Analysis I (5 ECTS) B.AI.2.2 UE: Analysis I (3 ECTS) B.AI.2.3 VO: Analysis IIa (3 ECTS)</p>

	B.AI.2.4 UE: Analysis IIa (2 ECTS) B.AI.2.5 VO: Analysis IIb (3 ECTS) B.AI.2.6 UE: Analysis IIb (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Probabilistische Grundlagen von AI
Modulcode	B.AI.3
Arbeitsaufwand gesamt	11 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren allgemeine Maße und verstehen den Begriff der Messbarkeit einer Menge • konstruieren das Lebesgue-Maß und kennen seine Eigenschaften • definieren das Integral bzgl. einem Maß und können Rechenregeln sowie Konvergenzsätze anwenden • definieren die Lebesgue-Räume • kennen den Satz von Fubini sowie die Transformationsformel und können sie an Beispielen anwenden • kennen und verstehen die Begriffe Zufallsexperiment und Wahrscheinlichkeit und deren mathematische Umsetzung • rechnen und argumentieren mit Wahrscheinlichkeiten • rechnen und argumentieren mit bedingten Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswerten, Varianzen und stochastischer Unabhängigkeit • modellieren mehrstufige Zufallsversuche durch endliche Ergebnismengen und nutzen geeignete Darstellungen (Baumdiagramm, Mehrfeldertafel) • erläutern inhaltlich das Bernoullische Gesetz der großen Zahlen und den zentralen Grenzwertsatz und deren Konsequenzen • verwenden diskrete Verteilungsmodelle • verwenden kontinuierliche Verteilungsmodelle • nutzen das Integral zur Arbeit mit stetigen Verteilungen in der Stochastik • simulieren Zufallsversuche technologiegestützt • kennen Beispiele für die Anwendung von Stochastik (z.B. Markov-Ketten) in verschiedenen Wissenschaften (Ökonomie, Physik, ...) • beschreiben anhand von Beispielen mathematisches Modellieren als einen mehrstufigen Prozess, der von einer realen Situation über ein reales Modell (unter mehreren möglichen) zu einem mathematischen Modell führt, das wiederum in der Realität geprüft wird • reflektieren die spezifischen Möglichkeiten (z.B. Prognosen) und Grenzen (z.B. Verkürzungen) mathematischen Modellierens
Modulinhalt	(Äußere) Maße, Lebesgue-Maß, messbare Mengen, messbare Funktionen, Integration nach einem Maß, Rechenregeln und Ungleichungen für Integrale, Konvergenzsätze für Integrale, Lebesgue-Räume, Satz von Fubini, Transformationsformel, Mathematische Beschreibung von Zufallssituationen, diskreter Wahrscheinlichkeitsraum, Urnenmodelle und Kombinatorik, Laplace-Experimente, bedingte Wahrscheinlichkeiten, stochastische Unabhängigkeit, Satz von Bayes, mehrstufige Experimente, Zufallsgrößen und deren Verteilungen und Momente, wichtige diskrete und stetige Modelle für Zufallsexperimente, Konvergenzbegriffe für Folgen von Zufallsgrößen, Ungleichung von Tschebyscheff, Gesetze der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz, Monte-

	Carlo-Simulationen, Markov-Ketten, Modellbildung im Zusammenhang mit stochastischen Fragestellungen
Lehrveranstaltungen	B.AI.3.1 VO: Analysis IIIa (2.5 ECTS) B.AI.3.2 UE: Analysis IIIa (1.5 ECTS) B.AI.3.3 VO: Wahrscheinlichkeitsrechnung (4 ECTS) B.AI.3.4 UE: Wahrscheinlichkeitsrechnung (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Lineare Algebra
Modulcode	B.AI.4
Arbeitsaufwand gesamt	11 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen ein-, zwei- und dreidimensionalen Räumen und haben ein intuitives Verständnis von Matrizen • geben Beispiele für Vektoren wie Kraft und Geschwindigkeit und beschreiben, wie Vektoren Beträge und Richtungen von Größen ausdrücken • beschreiben lineare Gleichungssysteme und Lösungsverfahren mit Hilfe von Matrizen, haben (geometrische) Vorstellungen über Lösungsmengen und zeigen Anwendungsmöglichkeiten auf • erläutern, wie man von anschaulichen ein-, zwei- und dreidimensionalen Räumen zum abstrakten Begriff des Vektorraumes kommt • geben Beispiele für Vektorräume in der Mathematik und anderen Wissenschaften an • beschreiben die Bedeutung der abstrakten Begriffe Basis und Dimension für geometrische Fragestellungen, bei der Lösung linearer Gleichungssysteme sowie bei linearen Koordinatentransformationen • verstehen Koordinatisierung als Möglichkeit, geometrische Phänomene algebraisch zu behandeln • begreifen lineare Abbildungen von Vektorräumen als strukturverträgliche Abbildungen und stellen diese durch Matrizen dar • geben Beispiele für Anwendungen von Matrizen • erläutern die Bedeutung der Determinante in Algebra, Geometrie und Analysis und verstehen die Determinante als alternierende Multilinearform • zeigen die Nützlichkeit der Begriffe Eigenwert und Eigenvektor (z.B. Klassifikation von Matrizen, Hauptachsentransformation, lineare Differentialgleichungen, ...) • beschreiben und konstruieren Isometrien und Projektionen • beschreiben, wie Vektorräume mittels eines Skalarprodukts eine metrische Struktur bekommen und Längen- und Winkelbegriffe genutzt werden können
Modulinhalt	Geraden und Ebenen, Lineare Gleichungssysteme, das Gaußsche Eliminationsverfahren, der Begriff des Vektorraumes, lineare Unabhängigkeit, lineare Hülle, Basis und Dimension, Eindeutigkeit der Dimension, Summen von Vektorräumen, lineare Abbildungen, Kern und Bild, Faktorraum, der Homomorphiesatz für lineare Abbildungen, Koordinatisierung, Koordinatentransformationen, Matrizen, Rang einer Matrix, Übergangsmatrizen, Bilinearformen und

	Determinantenformen, Determinanten, Rechenregeln für Determinanten, Cramersche Regel, Eigenwerte und Eigenvektoren, Diagonalisierbarkeit, Skalarprodukt, Längen- und Winkelmessung, Dreiecksungleichung, Cauchy-Schwarzsche Ungleichung, euklidische (und unitäre) Vektorräume, Flächen- und Volumsberechnung, Gram-Schmidt-Orthogonalisierungsverfahren, Orthogonal- und Orthonormalbasen, Orthogonalprojektionen, orthogonales Komplement, orthogonale (und unitäre) Abbildungen, Isometrien, adjungierte Abbildungen, normale Abbildungen, Spektralsatz für normale Abbildungen, symmetrische Bilinearformen, Hauptachsentransformation, Satz von Sylvester, Definitheit
Lehrveranstaltungen	B.AI.4.1 VO: Lineare Algebra I (4 ECTS) B.AI.4.2 UE: Lineare Algebra I (3 ECTS) B.AI.4.3 VO: Lineare Algebra II und Geometrie (2 ECTS) B.AI.4.4 UE: Lineare Algebra II und Geometrie (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Statistik & Lerntheorie
Modulcode	B.AI.5
Arbeitsaufwand gesamt	13 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • lesen und erstellen grafische Darstellungen für uni- und bivariate Daten (z.B. Kreuztabelle) und bewerten deren Eignung für die jeweilige Fragestellung • bestimmen und verwenden uni- und bivariate Kennwerte (z.B. Mittelwerte, Streumaße, Korrelationen, Indexwerte) und interpretieren sie angemessen • kennen und verstehen die Grundideen statistischer Modellbildung und deren mathematischer Realisierung • schätzen in Zufallssituationen Parameter aus Daten • führen Hypothesentests durch und reflektieren deren zentralen Schritte und bestimmen Konfidenzintervalle • beschreiben Schritte klassischer Testkonstruktion und Beispiele für probabilistische Testverfahren • unterscheiden Wahrscheinlichkeitsaspekte (frequentistisch, axiomatisch usw.) und beschreiben typische Verständnisschwierigkeiten im Umgang mit dem Zufallsbegriff • planen statistische Erhebungen (Befragung, Beobachtung oder Experiment), führen sie durch und werten sie aus • kennen die Grundbegriffe und Definitionen in der statistischen Lerntheorie (z.B. Empirical Risk Minimization, Hypothesenklasse, Generalisierungsfehler, Bias-Variance Tradeoff, etc.) • kennen die Formalisierung von "Lernen" im Sinne von Probably Approximately Correct (PAC) Learning • kennen klassische Kapazitätsmaße für Hypothesenklassen (z.B. Vapnik-Chervonenkis Dimension, Rademacher Komplexität), sowie deren Relevanz im Kontext der Lernbarkeit von Hypothesenklassen • kennen typische Hypothesenklassen (z.B. lineare Klassifizierer, Boosting, Nearest Neighbor, Support Vector Machines, etc.), sowie deren Eigenschaften hinsichtlich PAC Lernbarkeit

	<ul style="list-style-type: none"> kennen grundlegende Beweisstrategien um PAC-Lernbarkeit von Hypothesenklassen zu zeigen (z.B. mittels oberer Schranken zur VC Dimension od. Rademacher Komplexität)
Modulinhalt	Deskriptive Statistik, Datenanalyse, uni- und bivariate Kennwerte (z.B. Mittelwerte, Streumaße, Korrelationen, Indexwerte), Grundbegriffe der mathematischen Statistik, statistisches Schätzen, Maximum-Likelihood-Prinzip, Hypothesentests, Konfidenzbereiche, Erstellen statistischer Modelle für Anwendungsprobleme, Datenanalyse und Simulation mittels statistischer Software (R), Probably Approximately Correct (PAC) Learning, PAC-Bayes, Uniform convergence, Bias-Complexity Tradeoff & No-Free-Lunch, Vapnik-Chervonenkis Dimension, Rademacher Komplexität, Lineare Prädiktoren, Boosting, Konvexe Lernprobleme, Regularisation & Stabilität, Support Vector Machines (SVM), Decision Trees, Nearest Neighbor
Lehrveranstaltungen	B.AI.5.1 VO: Mathematische Statistik (3 ECTS) B.AI.5.2 UE: Mathematische Statistik (2 ECTS) B.AI.5.3 UV: Angewandte Statistik (3 ECTS) B.AI.5.4 VO: Statistical Learning Theory (2.5 ECTS) B.AI.5.5 PS: Statistical Learning Theory (2.5 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Machine Learning, Optimization & Symbolic AI
Modulcode	B.AI.6
Arbeitsaufwand gesamt	15 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> kennen die Grundbegriffe und Teilgebiete des maschinellen Lernens und deren konkrete Methodenausprägungen (übersichtsmäßig) können konkrete Problemstellungen einem (od. mehreren) Teilgebiet(en) korrekt zuordnen, sowie Vor- und Nachteile verschiedener Methoden einschätzen und beurteilen können Lernansätze formal präzise beschreiben können Methoden des maschinellen Lernens selbst implementieren (in Python) und deren Performanz problemadequat evaluieren kennen existierende Softwarebibliotheken und können diese in konkreten Problemstellungen anwenden kennen die Grundlagen numerischer Optimierungsverfahren (speziell im Kontext von AI) und deren Eigenschaften (Konvergenz, etc.) können zu gegebenen Problemstellungen geeignete Optimierungsansätze identifizieren, sowie schwere und leichte Optimierungsprobleme unterscheiden kennen die Grundlagen der Wissensrepräsentation mittels Aussagenlogik und prädikatenlogik erster Stufe, sowie Inferenztechniken, und können diese an konkreten Problemstellungen anwenden

Modulinhalt	Kategorisierung von Lernverfahren (mit Algorithmen und Anwendungen), Grundzüge der Lerntheorie, parametrische vs. nicht-parametrische Ansätze, Overfitting, Modellselektion, Evaluierung, Generative vs. Diskriminative Ansätze; Methoden erster (z.B. Gradientenabstieg, Verfahren konjugierter Gradienten, Momentum, etc.) und zweiter (z.B. Newton, Quasi-Newton) Ordnung, Stochastische Optimierungsverfahren (z.B. stochastischer Gradientenabstieg), Populationsverfahren (z.B. genetische Algorithmen), Optimierung unter Nebenbedingungen (Lagrange Multiplikatoren, Dualität, Innere-Punkte-Verfahren, etc.); Aussagenlogik (Grundbegriffe, Syntax, Semantik, Logisches Schließen), Logik erster Ordnung (Grundbegriffe, Syntax, Semantik) und Inferenztechniken, Wissensrepräsentation, Knowledge-based Systems / Expert Systems, Rule-based systems / Production rules, Answer Set Programming, Logic Programming, Planning, Reasoning under uncertainty
Lehrveranstaltungen	B.AI.6.1 VO: Machine Learning (5 ECTS) B.AI.6.2 PS: Machine Learning (4 ECTS) B.AI.6.3 UV: Optimization for AI (3 ECTS) B.AI.6.4 UV: Symbolic AI (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Einführung in die Programmierung & Algorithmen
Modulcode	B.AI.7
Arbeitsaufwand gesamt	17 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verstehen grundlegende Konzepte der imperativen Programmierung und können diese mittels einer aktuellen Programmiersprache und deren Sprachmittel umsetzen • besitzen ergänzendes Wissen über Ideen und Anwendung von objektorientierten Programmier-techniken • können die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten selbständig mittels algorithmischen Denkens zur Lösung von fachspezifischen und auch anderen Aufgabenstellungen anwenden, bzw. Verbesserungen vornehmen • können algorithmischen Lösungsansätze beurteilen, sowie deren Umsetzbarkeit einschätzen und Ergebnisse unter Beachtung der Anforderungen und möglicher Auswirkungen kritisch analysieren • besitzen Kenntnisse und Wissen über grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen bzw. über deren Komplexität. • können grundlegende Probleme der Informatik algorithmisch lösen und zwischen effizient lösbaren und schweren Problemen unterscheiden • können Algorithmen und Datenstrukturen für das Lösen von grundlegenden Problemen entwerfen • können algorithmischen Lösungen sowie deren zielgerichtete Nutzung in Anwendungen beurteilen
Modulinhalt	Basiskonzepte der imperativen Programmierung (z.B. Datentypen, Ausdrücke, Zuweisungen, bedingte Anweisungen, Schleifen, Methoden, Arrays), grundlegende Ideen der objektorientierten Programmierung (z.B. Klassen, Objekte,

	Methoden, Vererbung, Schnittstellen, Polymorphie), Rekursion – Umsetzung mittels der Programmiersprache Java, Algorithmen und Datenstrukturen für grundlegende Probleme der Informatik sowie deren Komplexität
Lehrveranstaltungen	B.AI.7.1 VO: Einführung in die Programmierung (3 ECTS) B.AI.7.2 PS: Einführung in die Programmierung (4 ECTS) B.AI.7.3 UV: Objektorientierte Programmierung (2 ECTS) B.AI.7.4 VO: Algorithmen und Datenstrukturen (4 ECTS) B.AI.7.5 PS: Algorithmen und Datenstrukturen (4 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Datenbanken & Formale Sprachen
Modulcode	B.AI.8
Arbeitsaufwand gesamt	8 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • kennen Modellierungstechniken für Datenbankanwendungen, Anfragesprachen, sowie Implementierungstechniken für Datenbanksysteme • besitzen die Fähigkeit, selbständig konzeptionelle Modelle zu entwerfen, diese in einer Datenbank umzusetzen und Anfragen über Datenbanken zu formulieren • verstehen systemunabhängige Grundprobleme der Datenverwaltung • können die Zweckmäßigkeit von Ansätzen der Datenverwaltung in unterschiedlichen Kontexten einschätzen • kennen klassische Konzepte aus der Komplexitätstheorie • kennen die bekanntesten Komplexitätsklassen und können klassische Probleme diesen Komplexitätsklassen zuordnen • können zwischen effizient lösbaren und schweren Problemen unterscheiden • kennen Sprachen und Grammatiken der Chomsky Hierarchie • können einordnen, welche Sprachen von welchen Grammatiken erzeugt werden und mit welchen Maschinen die Grammatiken modelliert werden
Modulinhalt	Konzeptionelle Modellierung von Datenbanken, Anfragesprachen (z.B. SQL, relationale Algebra), relationale Entwurfstheorie (z.B. Normalformen), Berechenbarkeit und Grenzen von Computern, Unterscheidung zwischen effizient lösbaren und schweren Problemen, Sprachen und Grammatiken der Chomsky-Hierarchie
Lehrveranstaltungen	B.AI.8.1 VO: Datenbanken I (2 ECTS) B.AI.8.2 PS: Datenbanken I (2 ECTS) B.AI.8.3 VO: Formale Sprachen und Komplexitätstheorie (2 ECTS) B.AI.8.4 PS: Formale Sprachen und Komplexitätstheorie (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Programmieren für AI
Modulcode	B.AI.9
Arbeitsaufwand gesamt	6 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Grundkonzepte und die Designphilosophie der Programmiersprache Python • können Lösungen zu konkreten AI-Problemstellungen mit Python-typischen Sprachkonstrukten selbst implementieren • kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Sprachkonstrukte in Python hinsichtlich deren Performanz • kennen die gängigsten Programmbibliotheken zur Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens und können diese problemadequat einsetzen • besitzen vertiefendes Wissen in einer gängigen Programmbibliothek zur Implementierung von Tensor-basierten Berechnungen mit Unterstützung automatischen Differenzierens • können Softwareprojekte nach den Prinzipien des guten Softwareengineering in Python umsetzen, mit Versionierungssystemen umgehen und diese effizient in der Arbeit in Teams einsetzen • kennen die Grundlagen der Programmiersprache R • können mit Hilfe des ggplot2-packages in R informative und schöne Grafik erstellen • kennen die gängigsten Programmbibliotheken zur Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens und der Statistik in R und können diese problemadäquat einsetzen • können grundlegende Regressionstechniken in R umsetzen und die erhaltenen Resultate interpretieren • wissen, wie mithilfe von knitr/R-Markdown automatische Reports erstellt werden können
Modulinhalt	Grundkonzepte der Programmiersprachen Python und R, Umsetzung diverser Programmierparadigmen (imperativ, deklarativ, prozedural, objektorientiert) in Python, Prototyping mit Jupyter Notebooks, Umgang mit gängigen Bibliotheken (wie numpy, matplotlib, PyTorch, etc.), Versionierungssysteme, Debugging Techniken in Python; ggplot2 package in R, grundlegende Regressions-techniken und Random Forests in R, automatisches Reporting in R
Lehrveranstaltungen	B.AI.9.1 UV: Applied AI (in Python) (3 ECTS) B.AI.9.2 UV: Applied AI (in R) (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Ethik, Recht und Human-Computer Interfaces
Modulcode	B.AI.10
Arbeitsaufwand gesamt	9 ECTS-Anrechnungspunkte

Learning Outcomes	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • kennen die grundlegenden Terminologien, Theorien und Methoden der Mensch-Computer Interaktion und können dieses Wissen zur Beurteilung des Designs zukünftiger Anwendungen und Interaktionsmustern anwenden • kennen grundlegende ethische und rechtliche Aspekte der Anwendung von AI Methoden in gesellschaftskritischen Bereichen und können potentielle Probleme hinsichtlich dieser Aspekte anhand konkreter Anwendungsszenarien identifizieren • können sich kritisch mit der Nutzung von AI für interaktive und personalisierte Interface Lösungen auseinandersetzen
Modulinhalt	Basiswissen von Human-Computer Interaction, Terminologien, Theorien, Methoden und Anwendungskontexte von HCI, Vertiefung des grundlegenden Basiswissens bzw. der HCI Methoden und deren praktische Anwendung in verschiedenen Kontexten, Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Dystopien und Utopien von HCI und AI Zukunftsvisionen, Diskussion über soziale, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen von HCI und AI Innovationen.
Lehrveranstaltungen	B.AI.10.1 VU: Responsible HCI (2 ECTS) B.AI.10.2 VO: Grundlagen der HCI (2 ECTS) B.AI.10.3 UV: HCI Übungen (2 ECTS) B.AI.10.4 UV: Intelligent Interfaces (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Reinforcement Learning & Perception
Modulcode	B.AI.11
Arbeitsaufwand gesamt	10 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Grundbegriffe, Problemstellungen, Herausforderungen, sowie Lösungsansätze des Reinforcement Learning und können diese formal korrekt beschreiben und erklären • können existierende Methoden des Reinforcement Learning an einfachen Problemstellungen selbst und mit existierenden Programmibliotheken implementieren, sowie deren Güte bewerten • kennen Grundbegriffe und klassische Teilgebiete/Problemstellungen im Bereich Computer Vision und können konkrete Anwendungen diesen Teilgebieten zuordnen • kennen sowohl klassische als auch moderne lernbasierte Verfahren zur Bild Klassifikation, Segmentierung und Objekterkennung und können diese mittels existierender Programmibliotheken an konkreten Problemstellungen anwenden und deren Performanz beurteilen • kennen aktuelle Problemstellungen und Forschungsfelder im Bereich Computer Vision und können sich kritisch mit der existierenden wissenschaftlichen Literatur auseinandersetzen

Modulinhalt	Bildklassifikation, Segmentierung und Objekterkennung mittels klassischer Verfahren, sowie moderne lernbasierte Methoden, problemadequate Performanzmaße, generative Verfahren zur Bildgenerierung (GANs), unüberwachtes Lernen von Bildrepräsentationen (Autoencoder, etc.), Tabulare (Markov Entscheidungsprozesse, Dynamic Programming, Monte Carlo Verfahren, Temporal Difference Learning, etc.) und approximative (Policy Gradient Methods) Lösungsansätze zum Reinforcement Learning
Lehrveranstaltungen	B.AI.11.1 VO: Reinforcement Learning (2.5 ECTS) B.AI.11.2 UE: Reinforcement Learning (2.5 ECTS) B.AI.11.3 VO: Computer Vision (2.5 ECTS) B.AI.11.4 PS: Computer Vision (2.5 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	AI Werkstatt
Modulcode	B.AI.12
Arbeitsaufwand gesamt	6 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • kennen reale Problemstellungen aus der Wirtschaft, Industrie und verschiedensten akademischen Disziplinen, können diese entsprechend abstrahieren und geeignete AI-Methoden zu deren Lösung identifizieren • können problemadäquate Lösungsansätze anhand konkreter Aufgaben entwerfen, umsetzen und mittels geeigneter Performanzmaße evaluieren • können selbst entwickelte Lösungsansätze formal korrekt beschreiben, erklären und sowohl vor Fachpublikum als auch allgemein verständlich präsentieren
Modulinhalt	Selektion einer konkret definierten Aufgabenstellung aus der Industrie, Wirtschaft oder eines wissenschaftlichen Teilgebietes mit anschließender Einarbeitung in das jeweilige Thema, sowie Erstellung & Implementierung eines Lösungsansatzes und anschließender Präsentation im Rahmen eines wissenschaftlichen Vortrags inkl. ausgiebiger Diskussion
Lehrveranstaltungen	B.AI.12.1 UV: AI Werkstatt (2 ECTS) B.AI.12.2 SE: AI Werkstatt (2 ECTS) B.AI.12.3 SE: AI Bachelorseminar (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Wahlmodule (Modulcodes **B.AI.WM.1** – **B.AI.WM.13**)

Modulbezeichnung	Volkswirtschaftslehre
Modulcode	B.AI.WM.1
Arbeitsaufwand gesamt	9-16 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> • kennen Grundbegriffe und -konzepte der Volkswirtschaftslehre • können ökonomische Sachverhalte und Zusammenhänge erkennen und einschätzen • verfügen über grundlegende Kenntnisse des ökonomischen Denkens • können das mathematische und empirische Instrumentarium auf ökonomische Fragestellungen anwenden • können das ökonomische Instrumentarium auf einfache Fragen einzel- und gesamtwirtschaftlicher Art anwenden
Modulinhalt	Überblick über die Grundlagen des wirtschaftlichen Handelns und gesamtwirtschaftlicher Zusammenhänge; Einführung in die Mikro- und Makroökonomik samt Übungen zu mikro- und makroökonomischen Anwendungen anhand von einfachen Rechenbeispielen; ausgewählte, anwendungsorientierte Vertiefung in ein volkswirtschaftliches Teilgebiet (z.B. Spieltheorie).
Lehrveranstaltungen	B.AI.W.1.1 VO: Einführung in die Volkswirtschaftslehre (3 ECTS) B.AI.W.1.2 GK: Mikroökonomik (4.5 ECTS) B.AI.W.1.3 GK: Makroökonomik (4.5 ECTS) B.AI.W.1.4 PS, UV, GK: Angewandte Ökonomik (4 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Ethik
Modulcode	B.AI.WM.2
Arbeitsaufwand gesamt	8-16 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> • besitzen Grundkenntnisse über die ethische Debatte zu KI und Digitalisierung, also unter anderen über Fragen des moralischen Status einer KI, der Kontrolle autonomer Maschinen (und ihrer „moralischen“ Entscheidungen), der Schutz von Daten und Privatsphäre, der sozialen Auswirkungen auf zwischenmenschliche Beziehungen und der Mensch-Maschinen-Interaktion sowie Folgen der Automation auf die Arbeitswelt • besitzen vertiefendes Wissen zu speziellen Fragen der Ethik der KI und Digitalisierung. Dazu zählen die sozialen Folgen der digitalen Spaltung und Fragen der sozialen Gerechtigkeit des Zugangs zu neuen technischen Entwicklungen. • können sich kritisch mit Werten und Wertekonflikten in der Entwicklung neuer Technologien auseinandersetzen, also bereits vor ihrer Umsetzung und Anwendung

	<ul style="list-style-type: none"> • kennen ethische Herausforderungen der Veränderung zwischenmenschlicher sowie Mensch-Maschinen-Kommunikation durch die Digitalisierung und die Anwendung von KI. • können eine normative Perspektive erkennen und wesentliche Begründungsformen normativer Dimensionen des Handelns erläutern, • können zentrale Positionen der Ethik kritisch diskutieren, philosophiehistorisch verorten und auf aktuelle Probleme in Lebenswelt und Wissenschaft, insbesondere im sozialen und politischen Bereich beziehen, verstehen den grundlegenden Unterschied zwischen der Tugendethik, deontologischen und konsequenzialistischen Theorien, • kennen weitere Bereiche der Praktischen Philosophie (z.B. Politische Philosophie), können diese kritisch diskutieren und auf aktuelle gesellschaftliche Probleme in Lebenswelt und Wissenschaft beziehen, • kennen grundlegende Fragestellungen und Ansätze der Bereichsethiken (z. B. Umwelt-, Medizin-, Medien-, Technik-, Wirtschaftsethik).
Modulinhalt	Darstellung der wichtigsten Themen, Positionen und Begriffe der Ethik, einschließlich der Metaethik sowie der Angewandten Ethik; Überblick über weitere Gebiete der Praktischen Philosophie und ihrer Geschichte
Lehrveranstaltungen	<p>B.AI.WM.2.1 VO: Grundlagen der Ethik 1: Ethik (3 ECTS) B.AI.WM.2.2 VO: Grundlagen der Ethik 2: Normen, Werte, Gesellschaft (4 ECTS) B.AI.WM.2.3 VO: Grundlagen der Ethik 3: Politische Philosophie (3 ECTS) B.AI.WM.2.4 SE: Ethik der Künstlichen Intelligenz und Digitalisierung (5 ECTS) B.AI.WM.2.5 SE: Ethik und digitale Kommunikation (5 ECTS) B.AI.WM.2.6 VO: Philosophische Ethik (3 ECTS) B.AI.WM.2.7 VU: Ethik in Führung, Organisation und Produktentwicklung (4 ECTS) B.AI.WM.2.8 VU Sozialethik der Digitalisierung und Technik (4 ECTS)</p>
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Medizinische Biologie
Modulcode	B.AI.WM.3
Arbeitsaufwand gesamt	9 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Grundbegriffe und -konzepte der medizinischen Biologie, insbesondere den Aufbau von Zellen und die Grundlagen genetischer Vererbung • verstehen Herausforderungen im Umgang mit personenbezogenen Daten • kennen grundlegende Algorithmen der Bioinformatik zur Analyse von biologischen Daten
Modulinhalt	Überblick über die allgemeinen chemischen und biologischen Grundlagen des Lebens; Einführung in die Grundlagen zu den Themen Aufbau und Funktion des Genoms; Technische Ansätze und rechtlicher Rahmenbedingungen im Kontext von „Guter Wissenschaftlicher Praxis“ bzw. im Umgang mit personenbezogenen digitalen Daten anhand von aktuellen Praxis- und Lösungsbeispielen; Überblick über die Herkunft und Natur häufig anzutreffender biologischer Daten, wie z.B. Sequenzen, 3D-Strukturen oder mikroskopische Aufnahmen

	sowie über Algorithmen für deren Vergleich, Gruppierung und Identifikation in Datenbanken wie Sequenzalignment oder Clusteranalyse
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.3.1 VO: Allgemeine Biologie (1.5 ECTS) B.AI.WM.3.2 VO: Genetik (3 ECTS) B.AI.WM.3.3 VO: Digitalisierung (1.5 ECTS) B.AI.WM.3.4 VO: Bioinformatik (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	INF: Systems
Modulcode	B.AI.WM.4
Arbeitsaufwand gesamt	8-16 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> • besitzen grundlegende Kenntnisse und Wissen über die Architektur von Rechnern, sowie dem Aufbau und der Funktionsweise digitaler Rechneranlagen und Betriebssysteme • können das erworbene Wissen zur Behandlung von Problemstellungen theoretisch (z.B. Lösung von formalen Aufgabenstellungen) und praktisch (z.B. Entwurf von Algorithmen, Umsetzung in Software) umzusetzen, Systeme testen und die Ergebnisse korrekt interpretieren und dokumentieren • können Aufbau, Architektur, Hardware, Software, Algorithmen, Verfahren, Protokolle und Dienste zur effektiven und effizienten Verarbeitung und Übertragung von Date beurteilen • besitzen grundlegende Kenntnisse über Compilertechnologien, Kernel und virtuelle Maschinen • können die vielfältigen Entwicklungsabstimmungen und Trade-offs im Bereich des Systems Engineering einschätzen und beurteilen
Modulinhalt	Kodierungstheorie, Zahlenrepräsentation, Logische Operationen und Formen, Schaltungen, Mikroprogrammierung; Rechenprinzipien, Rechnerbestandteile, Interrupts und DMA, Speichertechnologien, Caching, Adressierungsarten, Speicherschutz, Speicherhierarchien, CISC und RISC, Pipelining, Branch Prediction, Superskalarität, Parallelität; Repräsentative Beispiele aus Computerarchitektur, Compiler Design, und Runtime Systems; Praktische Einführung in Prozesse, Threads, I/O, Locks, Virtual Memory, Virtual Machines; Übersetzen von Software basierenden Konzepten von Programmiersprachen wie Datentypen und Prozeduren in Hardware bezogene Konzepte wie Maschinencode; Befehle für die Kommandozeile in UNIX, grundlegende Sicherheitsaspekte, Customization, Internet-Nutzung;
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.4.1 VO: Digitale Rechenanlagen (2 ECTS) B.AI.WM.4.2 PS: Digitale Rechenanlagen (3 ECTS) B.AI.WM.4.3 VO: Rechnerarchitektur (1.5 ECTS) B.AI.WM.4.4 PS: Rechnerarchitektur (2.5 ECTS) B.AI.WM.4.5 VO: Grundlagen Betriebssysteme (2 ECTS) B.AI.WM.4.6 UV: Systems Engineering (4 ECTS) B.AI.WM.4.7 UV: Grundlagen Compilersysteme (6 ECTS) B.AI.WM.4.8 VO: Einführung UNIX (1 ECTS) B.AI.WM.4.9 PS: Einführung UNIX (1 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	INF: Netze & Sicherheit
Modulcode	B.AI.WM.5
Arbeitsaufwand gesamt	8-13 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Grundlagen und Methoden von kryptographischen Verfahren und deren Anwendung für IT-Sicherheit • sind mit dem Einsatz und der Programmierung digitaler Netze und verteilter Systeme für Kommunikationsdienste vertraut • besitzen die Fähigkeit, das erworbene Wissen zur Behandlung von Problemstellungen sowohl theoretisch (z.B. Lösung von formalen Aufgabenstellungen) als auch praktisch (z.B. Entwurf von Protokollen, Umsetzung in Software) umzusetzen und die Ergebnisse korrekt zu dokumentieren und zu interpretieren • können Software, Algorithmen und Protokolle zur Sicherung und gesicherten Verarbeitung und Übertragung von Daten beurteilen
Modulinhalt	Symmetrische, asymmetrische und homomorphe Verschlüsselung, Schlüsselaustauschverfahren, Hash-Funktionen, digitale Signaturen, darauf aufbauende IP Protokolle wie z.B. IPSEC, DNSSEC, TLS, PGP und SSH, Firewalls, Malware und deren Bekämpfung, IDS & IPS, Software Sicherheit & Exploits, DOS & DDOS Angriffe und Gegenmaßnahmen, Spam, Phishing, Übertragungstechnik, Zugang, Topologien, Entwurfsaspekte, Dienste, Schichten, Protokolle, Schnittstellen, Referenzmodelle, Bitübertragung, Sicherung, Vermittlung, Transport, Sitzung, Darstellung, Anwendung, Internetprotokolle, Middleware, HW- und SW-Konzepte für verteilte Systeme, Web Services, Architekturen und Standards, Funktionsweise und Verwendung von Netzen, Protokollen und Diensten, sowie deren Design, Programmierung, Vermessung und Optimierung
Lehrveranstaltungen	<p>B.AI.WM.5.1 VO: Einführung in die Kryptographie und IT-Sicherheit (2 ECTS) B.AI.WM.5.2 PS: Einführung in die Kryptographie und IT-Sicherheit (2 ECTS) B.AI.WM.5.3 PS: Cybersecurity (2 ECTS) B.AI.WM.5.4 VO: Netze und Verteilte Systeme I (2 ECTS) B.AI.WM.5.5 VO: Netze und Verteilte Systeme II (1 ECTS) B.AI.WM.5.6 PS: Netze und Verteilte Systeme (4 ECTS)</p>
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	INF: Big Data
Modulcode	B.AI.WM.6
Arbeitsaufwand gesamt	8-16 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • besitzen Kenntnisse über theoretische Grundlagen und Techniken zur praktischen Umsetzung von Systemen, welche große Datenmengen verarbeiten, sowie das Verständnis für einzelne Teilsysteme und deren Einfluss auf die Gesamtleistung • kennen Werkzeuge zur Leistungssteigerung von Datenbanksystemen, verstehen diese und können sie zweckmäßig anwenden

	<ul style="list-style-type: none"> • können effiziente Verfahren zur Lösung fundamentaler Probleme beim Einsatz großer Datenbanken entwickeln und analysieren • können effiziente Verfahren zur Lösung fundamentaler Probleme in verteilten Systemen entwickeln und analysieren • können Algorithmen und Systeme zur Datenverwaltung hinsichtlich ihrer Laufzeit und Leistungsfähigkeit beurteilen, sowie leistungsrelevante Faktoren eines Systems einschätzen
Modulinhalt	Physische Datenspeicherung, Indexstrukturen (z.B. B-Baum, Hashing), Anfragetechniken (z.B. Sortieren, Join), Anfrageoptimierung; Tuningprinzipien, Tuning der relevanten Hardwarekomponenten und der verschiedenen Teilsysteme eines Datenbanksystems (z.B. Optimierer, Recovery Einheit); Datenmanagement jenseits von Relationen: adressiert Datensätze und – modelle, sowie Informationsbedürfnisse, die relationale Datenbanksysteme an die Grenzen dessen bringen, was sie sinnvoll unterstützen können; Mathematische Grundlagen von Dimensionalitätsreduktion, sowie Entwicklung und Analyse effizienter Verfahren zu deren Durchführung in relevanten Rechenmodellen; Prinzipien des Entwurfs von effizienten Verfahren für die Lösung fundamentaler Probleme in verteilten Systemen, wie z.B. Routing und Broadcasting, Leader Election und Consensus; Analyse von verteilten Algorithmen
Lehrveranstaltungen	<p>B.AI.WM.6.1 VO: Datenbanken II (3 ECTS) B.AI.WM.6.2 PS: Datenbanken II (2 ECTS) B.AI.WM.6.3 VO: Tuning von Datenbanksystemen (2 ECTS) B.AI.WM.6.4 PS: Tuning von Datenbanksystemen (2 ECTS) B.AI.WM.6.5 VU: Datenmanagement jenseits von Relationen (4 ECTS) B.AI.WM.6.6 VU: Introduction to Big Data Algorithms (4 ECTS) B.AI.WM.6.7 VO: Algorithmen für verteilte Systeme (2 ECTS) B.AI.WM.6.8 PS: Algorithmen für verteilte Systeme (2 ECTS)</p>
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	INF: Bildverarbeitung
Modulcode	B.AI.WM.7
Arbeitsaufwand gesamt	8-13 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen grundlegende Methoden der Bildgebung, der Bildverarbeitung und der Formate zur effizienten Speicherung von Bild- und Videodaten • können das erworbene Wissen zur Entwicklung von eigener Software im Bereich Bildverarbeitung und Kompression einsetzen und die entwickelten Systeme adequat evaluieren • können Fragestellungen im Bereich der Bildverarbeitung, sowie entsprechender Software- oder Hardwareinstrumente zur Lösung dieser Fragestellungen beurteilen • kennen moderne Bildgebungsverfahren, sowie Charakteristiken der entstehenden Daten und Algorithmen zu deren Verarbeitung • können Vor- und Nachteile verschiedener Bildgebungsverfahren beurteilen und zu konkreten Anwendungsszenarien passende Bildgebungsverfahren identifizieren
Modulinhalt	Bildsensorik und Bildgebung, Image Enhancement in Bild- und Transformationsbereichen, Kantenerkennung, Bildrekonstruktion, Bildsegmentierung, Objekterkennung, verlustbehaftete und verlustfreie Kompressionsverfahren für Bilder und Videos, Metriken zur Qualitätsbestimmung visueller Daten; Stereo

	Imaging, Time-of-Flight (ToF) Imaging, LIDAR, Structured Light Imaging, Near- and Far-Infrared Imaging, Multispectral Imaging, Acoustic Imaging, Electron Imaging, Satellite Imaging, Modalitätsspezifische Algorithmen zur Verarbeitung der Bilddaten im Computer Vision Kontext
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.7.1 VO: Grundlagen Bildverarbeitung (2 ECTS) B.AI.WM.7.2 PS: Grundlagen Bildverarbeitung (2 ECTS) B.AI.WM.7.3 VO: Multimedia Datenformate (2 ECTS) B.AI.WM.7.4 PS: Multimedia Datenformate (2 ECTS) B.AI.WM.7.5 VO: Imaging Beyond Consumer Cameras (2.5 ECTS) B.AI.WM.7.6 PS: Imaging Beyond Consumer Cameras (2.5 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	MATH: Mathematische Computerwissenschaften
Modulcode	B.AI.WM.8
Arbeitsaufwand gesamt	8-15 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	Die Studierenden... <ul style="list-style-type: none"> ● kennen Grundlagen der Kryptologie ● kennen Methoden der Public Key Cryptography ● wissen, worauf man beim RSA-Verfahren achten muss ● verstehen, wie Primzahltests funktionieren ● verstehen, wie schwer das Faktorisierungsproblem ist ● kennen die Grundprinzipien der Codierungstheorie ● kennen Linear- und insbesondere (zyklische) Polynomcodes und können mit solchen Codes rechnen ● wissen was BCH- und RS-Codes sind ● wissen, was Gröbnerbasen sind ● kennen den Buchbergeralgorithmus und können ihn anwenden ● wissen über verschiedene Anwendungsgebiete von Gröbnerbasen bescheid ● wissen, was hypergeometrische Summen sind ● kennen die Wilf-Zeilberger-Theorie zur Berechnung von hypergeometrischen Summen
Modulinhalt	Die Kryptologie beschäftigt sich mit dem Bereitstellen von Methoden zur Verschlüsselung von Daten zum Zwecke der Geheimhaltung. Es wird eine Einführung in die mathematischen Grundlagen der Kryptografie gegeben sowie die wichtigsten mathematischen Grundlagen dafür behandelt und diskutiert. Zudem werden Primzahltests und Faktorisierungsalgorithmen, die für die Sicherheit von kryptografischen Verfahren von größter Bedeutung sind, behandelt. Die Codierungstheorie beschäftigt sich mit dem Bereitstellen von Methoden zur Fehlererkennung und -korrektur bei der Datenübertragung. Es werden die mathematischen Grundlagen und anschließend BCH- und RS-Codes diskutiert. In Symbolic Computation werden zunächst Gröbnerbasen behandelt und dann mit dem Buchbergeralgorithmus eine praktikable Möglichkeit vorgestellt, diese zu berechnen. Dies wird dann angewandt, um Fragen aus der Algebra (wie z.B. das Lösen von polynomiellen Gleichungssystemen, Berechnen von Syzygien, Berechnen von inversen Idealen, etc.) zu lösen. Im zweiten Teil wird die Wilf-Zeilberger-Theorie zur Berechnung von hypergeometrischen Summen behandelt.
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.8.1 VO: Kryptologie (3 ECTS) B.AI.WM.8.2 UE: Kryptologie (2 ECTS)

	B.AI.WM.8.3 VO: Endliche Körper und Codierung (3 ECTS) B.AI.WM.8.4 UE: Endliche Körper und Codierung (2 ECTS) B.AI.WM.8.5 VO: Symbolic Computation (3 ECTS) B.AI.WM.8.6 UE: Symbolic Computation (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	MATH: Vertiefung Zahlentheorie und Algebra
Modulcode	B.AI.WM.9
Arbeitsaufwand gesamt	8-14 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Darstellungsformen für natürliche Zahlen und ganze Zahlen • kennen und nutzen grundlegende Zusammenhänge der elementaren Teilbarkeitslehre • beschreiben Zusammenhänge der Teilbarkeitslehre formal und nutzen sie zum Lösen von Problemen • handhaben die elementar-algebraische Formelsprache und beschreiben die Bedeutung der Formalisierung in diesem Rahmen • verwenden grundlegende algebraische Strukturbegriffe und zugehörige strukturerhaltende Abbildungen • nutzen algebraische Strukturen für Anwendungen (RSA-Verfahren) • verwenden Axiomatik und Konstruktion zur formalen Grundlegung von Zahlbereichen und beherrschen dazu begriffliche Werkzeuge wie Äquivalenzklassen und Folgen • erfassen die Gesetze der Anordnung und der Grundrechenarten für natürliche und rationale Zahlen in vielfältigen Kontexten und können sie formal sicher handhaben • beschreiben die Fortschritte im progressiven Aufbau des Zahlensystems und argumentieren mit dem Permanenzprinzip als formaler Leitidee • ermessen die kulturelle Leistung, die in der Entwicklung des Zahlbegriffs steckt • beschreiben die Vorteile algebraischer Strukturen in verschiedenen mathematischen Zusammenhängen und nutzen sie zum Lösen von Gleichungen, führen elementare Konstruktionen mit Lineal und Zirkel durch und begründen diese • kennen die wichtigsten algebraischen Strukturen wie Gruppen, Ringe, Körper, Integritätsbereiche • kennen grundlegende Eigenschaften von Gruppen (Untergruppen, Homomorphismen, Faktorgruppen) und können mit diesen sicher umgehen • wissen, mit welchen Mitteln man Gruppen untersuchen kann (endliche, zyklische, abelsche Gruppe, Sylow-Theorie, Kompositions- und Normalreihen) • kennen grundlegende Eigenschaften von Ringen (Unterringe, Homomorphismen, Faktorringer) und können mit diesen sicher umgehen • kennen einige spezielle Ringe wie euklidische Ringe, Hauptidealringe, faktorielle Ringe und insbesondere Polynomringe • kennen die Grundzüge der Körpertheorie (algebraische und transzendente Elemente) • können an Beispielen Situationen beschreiben, an denen die Nützlichkeit der algebraischen Strukturen klar wird • begreifen die Galois-Theorie als Möglichkeit, Aussagen in Körpern gruppentheoretisch zu beschreiben

	<ul style="list-style-type: none"> • wissen, welche algebraischen Aussagen und Begriffe zum Hauptsatz der Galois-Theorie führen • kennen spezielle Eigenschaften, welche endliche Körper auszeichnen und können mit endlichen Körpern auch rechnerisch umgehen • nutzen algebraische Strukturen für Anwendungen
Modulinhalt	Konstruktion der ganzen Zahlen und ihre Eigenschaften, Teilbarkeitstheorie, Ziffernentwicklungen von natürlichen Zahlen inklusive Teilbarkeitsregeln, Division mit Rest, ggT und kgV, der erweiterte euklidische Algorithmus, der Satz von Bezout, Primzahlen, Hauptsatz der elementaren Zahlentheorie/Fundamentalsatz der Arithmetik, Unendlichkeit der Primzahlen, Restklassenringe, Chinesischer Restsatz, modulares Rechnen, Einheiten in Restklassenringen, die Eulersche Phi-Funktion, Satz von Euler und Fermat, Anwendung auf das RSA-Verfahren, Polynome, Teilbarkeitstheorie in Polynomringen, Nullstellen, Irreduzibilität, Präsentation des Fundamentalsatzes der Algebra, Einführung in die Gruppentheorie (Untergruppen, Homomorphismen, Nebenklassenzerlegung, Faktorgruppe, Satz von Lagrange und Cayley, zyklische Gruppen, Permutationsgruppen, Frobenius-Burnside Lemma), weiterführende Gruppentheorie (Sylow-Theorie, Satz von Jordan-Hölder, endlich-erzeugte abelsche Gruppen), Ringtheorie: Unterringe, Homomorphismen, Faktoringe, Produkte von Ringen, prime und irreduzible Elemente, allgemeine Teilbarkeitstheorie in Ringen, Polynomringe, Resultante, Diskriminante, Irreduzibilität, Fundamentalsatz der Algebra, Integritätsbereiche und Körper, Theorie der Körpererweiterungen: (algebraische, normale, separable, Galois-) Erweiterungen, algebraischer Abschluss, Hauptsatz der Galois-Theorie und Anwendungen, Theorie der endlichen Körper, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Anwendungen in der Kryptographie (Diffie-Hellman-Schlüsseltauschverfahren) und/oder Codierungstheorie
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.9.1 VO: Zahlentheorie (2 ECTS) B.AI.WM.9.2 UE: Zahlentheorie (2 ECTS) B.AI.WM.9.3 VO: Algebra I (3 ECTS) B.AI.WM.9.4 UE: Algebra I (2 ECTS) B.AI.WM.9.5 VO: Algebra II (3 ECTS) B.AI.WM.9.6 UE: Algebra II (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	MATH: Vertiefung Analysis
Modulcode	B.AI.WM.10
Arbeitsaufwand gesamt	8-12 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren das Hausdorff-Maß • kennen den Gaußschen Integralsatz und können ihn an Beispielen anwenden • kennen die Definition von topologischen Räumen und konkrete Beispiele • kennen den Begriff der Stetigkeit in topologischen Räumen • kennen die Begriffe von Unterräumen, Produkträumen und Quotientenräumen • können den Begriff der Kompaktheit in topologischen Räumen definieren • kennen unterschiedliche Trennungseigenschaften und Hierarchien von topologischen Räumen

	<ul style="list-style-type: none"> • kennen den Satz von Tychonov • definieren Banachräume und kennen verschiedene Beispiele • kennen wichtige Eigenschaften stetiger linearer Operatoren • definieren den Begriff des Dualraums und können ihn an Beispielen erklären • kennen den Satz von Hahn-Banach und seine Konsequenzen • kennen die Begriffe der schwachen und schwach*-Konvergenz sowie zugehörige Kompaktheitssätze • kennen den Satz von Banach-Steinhaus und seine Konsequenzen • definieren den Begriff des Hilbertraumes und kennen wichtige Eigenschaften und Beispiele • definieren schwache Ableitungen und Sobolevräume • kennen wichtige Eigenschaften von Sobolevräumen • definieren kompakte Operatoren und kennen Eigenschaften ihres Spektrums
Modulinhalt	Hausdorff-Maß, Flächenformel, Gaußscher Integralsatz, Präsentation des Satzes von Radon-Nikodym und von Banachräumen mit Beispielen, Fourier-Reihen, Fourier-Transformation, Topologische Räume, Kern und Hülle, stetige Abbildungen, Vergleich von Topologien, Unterräume, Produkträume, Quotientenräume, Eigenschaften topologischer Räume (Zusammenhang, Punkttrennung, Hausdorff-Räume), Konvergenz in topologischen Räumen und Filter, Kompaktheit, Satz von Tychonov, Kompaktifizierung, Banachräume, stetige lineare Operatoren, Dualräume, Satz von Hahn-Banach, Reflexivität, Präsentation von schwacher Konvergenz und schwach*-Konvergenz, adjungierte Operatoren, Kategoriensatz von Baire, Satz von Banach-Steinhaus, Satz von der offenen Abbildung, Hilbert-räume, Orthogonalität, kompakte Operatoren, Präsentation des Spektrums beschränkter und kompakter Operatoren, Sobolevräume, schwache Ableitungen, Poincaré-Ungleichung, schwache Randwerte und Fortsetzung von Sobolevfunktionen, Einbettungssätze von Sobolev und Morrey
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.10.1 VO: Analysis IIIb (2.5 ECTS) B.AI.WM.10.2 UE: Analysis IIIb (1.5 ECTS) B.AI.WM.10.3 VO: Funktionalanalysis (5 ECTS) B.AI.WM.10.4 UE: Funktionalanalysis (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	MATH: Vertiefung Wissenschaftliches Rechnen und numerische Mathematik
Modulcode	B.AI.WM.11
Arbeitsaufwand gesamt	8-13 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen mathematische Software und können damit sicher umgehen • können mathematische Software an Anwendungsbeispielen im Studium sowie in möglichen zukünftigen Arbeitsfeldern anwenden • haben gute Grundkenntnisse in Matlab und R sowie in einer Hochsprache (z.B. Java) • wissen über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Softwarepakete und können daher je nach Anwendung die richtige Software auswählen • können grundsätzlich Programme und Algorithmen hinsichtlich ihrer Effizienz und Stabilität einschätzen und analysieren

	<ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, statistische und numerische Experimente durchzuführen (ggf. für große Systeme) und diese zu interpretieren und zu visualisieren • beschreiben an Beispielen, wie empirisch gewonnene Daten und numerische Rechnungen mit Fehlern behaftet sind und schätzen deren Auswirkungen bei Modellierungen ein • verwenden Methoden (z.B. Iterationsverfahren) zur systematischen Verbesserung von Näherungswerten und erläutern die damit verbundenen Fragen (Schnelligkeit, Stabilität) • nutzen Software (CAS, Tabellenkalkulation, Geometriesoftware, Matlab) zur Darstellung und Exploration mathematischer Modellierungen und als heuristisches Werkzeug zur Lösung von Anwendungsproblemen • nutzen mathematische Software, um Sätze der linearen Algebra anhand von Beispielen nachzuvollziehen und als Werkzeug bei der Lösung von Anwendungsproblemen • reflektieren Fragen der Umsetzung numerischer Verfahren mithilfe von Technologie (z.B. Komplexität, Genauigkeit) • beschreiben exemplarisch Modellbildungsprozesse in verschiedenen Problemfeldern und realen Kontexten, beispielsweise <ul style="list-style-type: none"> ○ physikalische und weitere naturwissenschaftliche Modelle ○ Netzwerke und Graphen ○ Optimierung (Lineare Optimierung, optimale Steuerungen) ○ Nachrichtenübermittlung (Kryptographie) ○ Finanz- und Versicherungswesen • beschreiben anhand von Beispielen mathematisches Modellieren als einen mehrstufigen Prozess, der von einer realen Situation über ein reales Modell (unter mehreren möglichen) zu einem mathematischen Modell führt, das wiederum in der Realität geprüft wird • wenden mathematische Denkmuster und Darstellungsmittel auf praktische Probleme an • reflektieren die spezifischen Möglichkeiten (z.B. Prognosen) und Grenzen (z.B. Verkürzungen) mathematischen Modellierens • können praktische Fragestellungen mathematisch (geometrisch, stochastisch, statistisch, ...) modellieren und mit entsprechenden Modellen bearbeiten • können numerische Algorithmen hinsichtlich ihrer Effizienz und Stabilität einschätzen und mit Hilfe von mathematischen Methoden analysieren • sind in der Lage, numerische Experimente zu planen und durchzuführen und diese mit mathematischen Hilfsmitteln zu interpretieren und zu visualisieren
<p>Modulinhalt</p>	<p>Vertiefte Grundkenntnisse in mathematischer Software, insbesondere R und Matlab sowie Java, Kenntnis des Aufbaus der Besonderheiten und der wichtigsten Befehle, Kenntnisse in deskriptiver Statistik und deren Umsetzung in R: Boxplots, Histogramme, empirische Verteilungsfunktionen, Quantile; Regressionsmodelle (parametrische und nicht-parametrische Regressionen), Simulation von zufälligen Daten und approximative Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, Kenntnisse in der numerischen linearen Algebra und deren Umsetzung in Matlab und Java (bzw. einer anderen Hochsprache): Konditionierung und numerische Stabilität, direkte Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme (Eliminationsverfahren, LR-Zerlegung), Verfahren für nicht-reguläre Systeme (Least-Squares, QR-Zerlegung, Singulärwertzerlegung), iterative Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme (Verfahren über Fixpunktiterationen, Abstiegsverfahren), Lösungsverfahren für Matrizeigenwertaufgaben (Potenzmethode, Inverse Iteration nach Wielandt, QR-Verfahren), Methoden der numerischen Mathematik, Interpolation, Extrapolation, Splines, Approximation (Gauß- und Tschebyscheff-Approximation), numerische Integration (Newton-Cotes, sum-</p>

	mierte Quadraturformeln, Gauß-Quadratur, Romberg-Verfahren), Lösungsverfahren für nichtlineare Gleichungen (Newton-Verfahren (ein- und mehrdimensional), Interpolationsmethoden, Fixpunktverfahren), lineare Optimierung (Simplex-Verfahren), Numerik für gewöhnliche Differentialgleichungen: Verfahren für Anfangswertaufgaben (Einschrittmethoden, numerische Stabilität, lineare Mehrschrittmethoden), Verfahren für Randwertaufgaben (Schießverfahren, Differenzenverfahren)
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.11.1 UV: Wissenschaftliches Rechnen (5 ECTS) B.AI.WM.11.2 VO: Numerische Mathematik (5 ECTS) B.AI.WM.11.3 UE: Numerische Mathematik (3 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Geoinformatik
Modulcode	B.AI.WM.12
Arbeitsaufwand gesamt	8-16 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	<p>Studierende ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • können eine Aufgabenstellung bzw. Problematik unter besonderer Berücksichtigung von “Design Thinking” analysieren • können mit einem/einer externen “Kunden/Kundin” zur Spezifikation von Zielen und Anforderungen kommunizieren • können die Dienste von “peers” zur externen Beratung in Anspruch nehmen und erfüllen diese Rolle für ein anderes Projekt • können eine Lösung für eine gestellte Aufgabe bzw. Problematik gestalten, planen, realisieren und testen • können die Anwendung durch den/die externen ‘Kunden/Kundin’ dokumentieren, schulen und betreuen; können das Feedback und die Bewertung durch die/den BeraterIn integrieren • verstehen den Kontext der Satelliten-Erdbeobachtung mit besonderem Schwerpunkt auf dem Copernicus Programm • kennen die Grundlagen und Anwendungsgebiete von modernen Bildgebungsverfahren im Bereich der Geoinformatik • kennen moderne Analysetools und -methoden für Bilddaten aus dem Bereich des “Remote Sensing” • kennen gängige Vorverarbeitungsmethoden (Kalibrierung, Vorklassifikation, etc.) und können diese anwenden • können räumliche Bildanalyse (spatial image analysis) mittels Segmentierungs- und Klassifizierungsmethoden, etc. durchführen und die Qualität der Resultate bewerten • kennen aktuelle Trends im Bereich der Erdbeobachtung (“big Earth data”), speziell hinsichtlich des Zugriffs und der Verarbeitung massiver Datenmengen, und deren potentielle Anwendungsgebiete im Bereich der Fernerkundung auf kontinentalem und globalem Maßstab • kennen geographisches Informationssystem und können (zumindest ein) geographisches Informationssystem verwenden • können einfache Funktionen zur Auswertung räumlicher Raster- und Vektordaten verwenden • können analoge und digitale Karten für den Druck erstellen, sowie einfache Webapplikationen für die Kommunikation von räumlichen Analyseergebnissen

Modulinhalt	Realisierung eines vollständigen Projektes aus dem Bereich der Geoinformatik in individueller Arbeit; Copernicus Räumliche Konzepte im Bereich der Bildanalyse, Prinzipien der hyperspektralen Fernerkundung, Radio detection and ranging (RaDAR), Hyperspatial remote sensing (RPAS), Light detection and ranging (LiDAR) und deren Anwendungen, Radiometric correction, Bildsegmentierung, Wissensrepräsentation, wissensbasierte Klassifikation, statistische Klassifizierer, Klassenmodellierung, big Earth data, data cubes, wissensbasierte Systeme & maschinelles Lernen, Erfassung, Import und Integration von (offenen) Geodaten und -services, Erstellung & Bearbeitung topologischer Vektorstrukturen, Definition und Implementierung von räumlichen Datenmodellen, Arbeit mit Datendiensten, Durchführung einfacher Auswertungen (Query, Select, Aggregation) von Vektordaten, Management und einfache Auswertungen von räumlichen Rasterdaten, Übersetzung von räumlicher Fragestellungen in GI Funktionen, Erstellung von analogen Ergebniskarten, Konzeption, Erstellung und Durchführung von digitalen Datenaufnahmen im Feld, Erstellung digitaler Ergebniskarten (Webmaps)
Lehrveranstaltungen	B.AI.WM.12.1 IP: Design Studio (12 ECTS) B.AI.WM.12.2 PS: Advanced Remote Sensing (6 ECTS) B.AI.WM.12.3 UE: Digital Earth: Big Earth Data Concepts (3 ECTS) B.AI.WM.12.4 PR: Geographische Informationssysteme (4 ECTS) B.AI.WM.12.5 UE: Spring School: Data Science methods within Geoinformatics (2 ECTS)
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Modulbezeichnung	Individuelles Wahlmodul
Modulcode	B.AI.WM.13
Arbeitsaufwand gesamt	8-16 ECTS-Anrechnungspunkte
Learning Outcomes	n/a (abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen)
Modulinhalt	n/a (abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen)
Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen dürfen individuell aus dem Lehrveranstaltungsangebot gewählt werden, sofern die gewählten Lehrveranstaltungen der wissenschaftlichen Berufsbildung entsprechen; der Antrag zur Genehmigung eines solchen individuellen Wahlmoduls ist an die/den Curricularkommissionsvorsitzende/n zu richten.
Prüfungsart	Modulteilprüfung/Lehrveranstaltungsorientierter Prüfungstyp

Impressum

Herausgeber und Verleger:
Rektor der Paris Lodron-Universität Salzburg
Prof. Dr. Dr. h.c. Hendrik Lehnert
Redaktion: Johann Leitner
alle: Kapitelgasse 4-6
A-5020 Salzburg