

Modulhandbuch für den Bachelorstudiengang Data Sciences

**Modulhandbuch für den
Bachelorstudiengang Data Sciences**

**Department Mathematik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg**

Stand: 09.01.2020

Bezug: Prüfungsordnung vom 01. Oktober 2020

Inhalt

Betreuung des Bachelorstudiengangs Data Sciences	5
Präsentation des Bachelorstudiengangs Data Sciences	7
Anlage 1a Curricular-Übersicht	7
Studienverlaufsplan B.sc. Data Sciences	8
Kernmodule Data Science (B1 – B4)	27
Kernmodule 1 und 2 (B1-B2)	27
Seminar Data Science in Forschung und Industrie	27
Einführung in die mathematische Datenanalyse	28
Modulkatalog Kernmodul 3 (B3)	29
Machine Learning for Engineers.....	29
Introduction to Machine Learning (IntroML)	30
Modulkatalog Kernmodul 4 (B4)	32
Mathematische Modellierung Praxis (MaMoPra).....	32
SWAT-Intensivübungen (SWAT).....	33
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (OSS-ADAP).....	34
Grundlagenmodule der Mathematik und Informatik (B5 – B9)	36
Grundlagenmodule der Mathematik (B5-B6)	36
Mathematik für Data Sciences 1 (Best of Lineare Algebra I und Analysis I).....	36
Mathematik für Data Sciences 2 (Best of Lineare Algebra II und Analysis II).....	37
Grundlagenmodule der Informatik (B7-B9)	38
Algorithmen und Datenstrukturen für MT.....	38
Übung Algorithmen und Datenstrukturen für MT	39
Konzeptionelle Modellierung	40
Parallele und Funktionale Programmierung	42
Aufbaumodule der Mathematik und Informatik für Data Science (B10 – B15)	43
Aufbaumodule der Mathematik (B10-B12)	43
Lineare und Kombinatorische Optimierung.....	43
Numerische Mathematik.....	44
Stochastische Modellbildung	45
Aufbaumodule der Informatik (B13-B15)	46
Informationsvisualisierung	46
Knowledge Discovery in Databases and Transaction Systems.....	47
Grundlagen der Logik in der Informatik	49
Wahlpflichtbereich Mathematik für Data Sciences (B16)	51
Modulkatalog Wahlpflichtbereich Mathematik	51
Lineare und nichtlineare Systeme (Querschnittsmodul).....	51
Introduction to Statistics and Statistical Programming.....	52
Diskretisierung und numerische Optimierung	53
Wahlpflichtbereich Informatik für Data Sciences (B17)	54
Modulkatalog Wahlpflichtbereich Informatik	54
Berechenbarkeit und Formale Sprachen.....	54
Algorithmik kontinuierlicher Systeme	55

Vertiefungsbereich Mathematik (B18)	56
Modulkatalog Mathematische Statistische Datenanalyse (MSD)	56
Analysis III	56
Risk Data Analytics und Machine Learning	57
Mathematische Bild- und Datenanalyse	58
Modulkatalog Datenorientierte Optimierung (DO)	59
Nichtlineare Optimierung.....	59
Robuste Optimierung 1	60
NALIP: Numerical Aspects of Linear and Integer Programming.....	61
Modulkatalog Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)	62
Analysis III	62
Gewöhnliche Differentialgleichungen.....	63
Partielle Differentialgleichungen I.....	64
Topologie.....	65
Algebra	66
Vertiefungsbereich Informatik (B19)	67
Modulkatalog Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)	67
Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme.....	67
Künstliche Intelligenz I.....	69
eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme	70
Künstliche Intelligenz II.....	72
Ontologien im Semantic Web	73
Modulkatalog Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)	74
Pattern Recognition.....	74
Künstliche Intelligenz I.....	76
Künstliche Intelligenz II.....	77
Machine Learning for Time Series.....	76
Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (B18/B19)	78
Modulkatalog Vertiefungsbereich Simulation und Numerik (SN)	78
Simulation und Modellierung 1.....	78
Simulation und wissenschaftliches Rechnen 1.....	80
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (MOSES).....	81
Numerik partieller Differentialgleichungen	82
Diskretisierung und numerische Optimierung (aus Bachelorseminar)	83
Mathematische Modellierung Praxis	84
Mathematische Modellierung Theorie.....	84
Anwendungsfächer (B20)	85
Modulkatalog Anwendungsfach Physik	85
Einführung in die Astronomie	85
Astronomie	86
Quantum Computing.....	87
Experimentalphysik 1 für Mathematikstudierende	88
Experimentalphysik 1+2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik.....	89
Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (B21)	91
Modulkatalog Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen	91
Implementierung von Datenbanksystemen.....	91
Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation.....	93
Einführung in die IT-Sicherheit	94

Computerorientierte Mathematik I	95
Computerorientierte Mathematik II	96
Nailing your Thesis	97
SWAT-Intensivübungen (SWAT)	99
Approximate Computing	98
Tutoren	99
Betriebspraktikum	100
Akademische Selbstverwaltung	102
Rechnerkommunikation	101
Computergraphik	102
Software-Entwicklung in Großprojekten	104
GraphR: Graph Routing and Applications	105
Kryla: Kryptographie I – Teil 1	106
Kryl: Kryptographie I	107
ProO: Projektseminar Optimierung	108
Englisch Level 2: Focus on Academic Writing (SZENL2FAW)	109
Englisch Level 2: Focus on Grammar and Vocabulary (SZENL2GV)	110
Englisch Level 2: Key Discussions in the Natural Sciences (SZENL2KDNS)	111
Englisch Level 2: Holding Scientific Presentations (SZENL2HSP)	112
Englisch Level 2: Spoken English for Technology Students (SZENL2TS)	113
Englisch Level 2: Focus on Academic Speaking (SZENL2FAS)	114
BA-Abschlussarbeit für Data Sciences (B22-B23)	115
Bachelorseminar	115
Bachelorarbeit	116

Betreuung des Bachelorstudiengangs Data Sciences am Department Mathematik der FAU Erlangen-Nürnberg

→ **Studiendekan** (Allgemeine Fragen zum Studium)

Prof. Dr. Friedrich Knop

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 01.321
Tel. 09131 – 85 67021, E-Mail: knop@mi.uni-erlangen.de

→ **Vorsitzende Prüfungsausschuss Bachelor- u. Masterstudiengänge Data Sciences**
(Prüfungsfragen in den Studiengängen)

Prof. Dr. Eberhard Bänsch

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 04.323
Tel. 09131 – 85 67202, E-Mail: baensch@math.fau.de

→ **Studiengangsleitung** (Ansprechpersonen für den Studiengang)

Prof. Dr. Frauke Liers

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 03.345
Tel. 09131 – 85 67151, E-Mail: frauke.liers@math.uni-erlangen.de

Prof. Dr. Richard Lenz

Department Informatik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstraße 3, 91058 Erlangen, Raum 08.136
Tel. 09131 – 85 27899, E-Mail: richard.lenz@fau.de

→ **Hauptfachverantwortliche für die Vertiefungsbereiche**

Mathematische statistische Datenanalyse (MSD)

Prof. Dr. Christoph Richard

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 02.335
Tel. 09131 – 85 67086, E-Mail: christoph.richard@fau.de

Datenorientierte Optimierung (DO)

Prof. Dr. Frauke Liers

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 03.345
Tel. 09131 – 85 67151, E-Mail: frauke.liers@math.uni-erlangen.de

Simulation und Numerik (SN)

Informatikbereich:

Prof. Dr. Reinhard German

Department Informatik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 3, 91058 Erlangen, Raum 06.155
Tel. 09131 – 85 27916, E-Mail: reinhard.german@fau.de

Mathematikbereich:

Prof. Dr. Martin Burger

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 04.334
Tel. 09131 – 85 67209, E-Mail: martin.burger@fau.de

Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)**Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb**

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 01.338
Tel. 09131 – 85 67037, E-Mail: neeb@math.fau.de

Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)**Prof. Dr. Richard Lenz**

Department Informatik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstraße 3, 91058 Erlangen, Raum 08.136
Tel. 09131 – 85 27899, E-Mail: richard.lenz@fau.de

Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)**Prof. Dr. Björn Eskofier**

Department Informatik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Carl-Thiersch-Straße 2b, 91052 Erlangen, Raum 01.014
Tel. 09131 – 85 27297, E-Mail: bjoern.eskofier@fau.de

→ Studienfachberatung**Prof. Dr. Frauke Liers**

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 03.345
Tel. 09131 – 85 67151, E-Mail: frauke.liers@math.uni-erlangen.de

→ Studienberatung (Studien Service Center)**Frau Christine Gräßel M.A.**

Department Mathematik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Cauerstraße 11, 91058 Erlangen, Raum 01.385
Tel. 09131 – 85 67024, E-Mail: ssc@math.fau.de

Präsentation des Bachelorstudiengangs Data Sciences

Anlage 1a Curricular-Übersicht

Kernmodule Data Science 20 ECTS	BA-Abschlussarbeit (6. Semester) 15 ECTS		Technische und nichttechnische Schlüsselqualifikationen 15 ECTS
	Anwendungsfach (5. und 6. Semester) 10 ECTS		
	Vertiefungsrichtungen (5. und 6. Semester) 30 ECTS		
	Wahlpflichtbereich Mathematik (4. Semester) 5 - 15 ECTS	Wahlpflichtbereich Informatik (4. Semester) 5 - 15 ECTS	
	Aufbaumodule der Mathematik und Informatik (3. und 4. Semester) 30 ECTS		
	Grundlagenmodule der Mathematik und Informatik (1. bis 2. Semester) 40 ECTS		

Die genauen Regelungen zu den farblich hervorgehobenen Blöcken finden sich in der folgenden Darstellung des (Muster-)Studienverlaufs (vgl. **Anlage 1b**). Zum Bestehen der GOP müssen mindestens 30 ECTS-Punkte aus den Grundlagenmodulen der Mathematik und Informatik erworben (vgl. § 41) werden. Im Wahlpflichtbereich in Mathematik und Informatik können Module der Mathematik sowie aus der Informatik aus dem entsprechenden Modulkatalog (vgl. § 42 Abs. 2) frei gewählt werden. Im Vertiefungsbereich Mathematik (vgl. § 45 Abs. 3) kann unter den folgenden Vertiefungsbereichen gewählt werden:

- mathematische statistische Datenanalyse (MSD)
- Datenorientierte Optimierung (DO)
- Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)

Im Vertiefungsbereich Informatik (vgl. § 45 Abs. 3) kann unter den folgenden Vertiefungsbereichen gewählt werden:

- Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)
- Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)

Alternativ kann der interdisziplinäre Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (vgl. § 45 Abs. 3) unter den folgenden Vertiefungsbereich gewählt werden:

Simulation und Numerik (SN).

Aus einem der o.g. Vertiefungsbereichen müssen mindestens 10 ECTS-Punkte bzw. maximal 20 ECTS-Punkte und aus allen Blöcken zusammen in der Summe 30 ECTS-Punkte erworben werden.

In den folgenden Anwendungsfächern (vgl. § 43) sollen Module im Gesamtumfang von 10 ECTS-Punkten belegt werden:

- Physik
- Chemie
- Geowissenschaften
-

Für Art und Umfang der Lehrveranstaltungen und der Prüfungen im Wahlpflichtbereich und im Nebenfach gelten § 42 Abs. 3 bzw. § 46 Abs. 3

Studienverlaufsplan B.sc. Data Sciences

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul- note
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Kernmodule Data Science	1	Seminar Data Science in Forschung und Industrie	Seminar Data Sciences in Forschung und Industrie				4		5	5						Klausur mit Multiple Choice 90 Min.	0
	2	Einführung in die mathematische Datenanalyse	Vorlesung zur Einführung in die mathematische Datenanalyse	2					5							Klausur 60 Min.	1
			Übung zur Einführung in die mathematische Datenanalyse		1					5							
	3	Wahlpflichtmodule aus dem Katalog für Machine Learning gem. § 42	vgl. Modulkatalog gem. § 42 Abs. 4					5		5					vgl. Modulkatalog gem. § 42 Abs. 3	1	
	4	Wahlpflichtmodule aus dem Katalog für Projekt Data Sciences gem. § 42	vgl. Modulkatalog gem. § 42 Abs. 4					5					5		vgl. Modulkatalog gem. § 42 Abs. 3	1	
Summe Kernmodule Data Science				4	3	2	4	0	20	5	10	0	0	5	0		

	Nr	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Grundlagenmodule der Mathematik und Informatik	5	Mathematik für Data Science 1 GOP ¹	Vorlesung Data Sciences 1	4					10	10						Klausur 120 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	0
			Übung Data Sciences 1		2												
			Tafelübung Data Sciences 1		2												
	6	Mathematik für Data Science 2 GOP ¹	Vorlesung Data Sciences 2	4					10		10					Klausur 120 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	1
			Übung Data Sciences 2		2												
			Tafelübung Data Sciences 2		2												
	7a	VL Algorithmen und Datenstrukturen für MT (GOP ¹ , nur in Verbindung mit 7b verwendbar)	vgl. FPOMT					5	5						vgl. FPOMT	0	
	7b	Übung Algorithmen und Datenstrukturen für MT (GOP ¹ , nur in Verbindung mit 7a)	vgl. FPOMT					5	5						vgl. FPOMT	0	
	8	Konzeptionelle Modellierung GOP ¹	vgl. FPOINF					5		5					vgl. FPOINF	1	
9	Parallele und Funktionale Programmierung GOP ¹	vgl. FPOINF					5		5					vgl. FPOINF	1		
Summe Grundlagenmodule der Mathematik und Informatik				16	16	0	0	0	40	20	20	0	0	0			

¹ Zum Bestehen der Grundlagen- und Orientierungsprüfung müssen insgesamt mindestens 30 ECTS-Punkte aus den Grundlagenmodulen der Mathematik und Informatik erworben werden

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Aufbaumodule der Mathematik und Informatik	10	Lineare und kombinatorische Optimierung ²	vgl. FPOWiMathe					10			10				vgl. FPOWiMathe	1	
	11	Einführung in die Numerik ²	vgl. FPOTechnoMathe					10			10				vgl. FPOTechnoMathe	1	
	12	Stochastische Modelbildung ²	vgl. FPOWiMathe					10				10			vgl. FPOWiMathe	1	
	13	Informationsvisualisierung ³	Informationsvisualisierung	2				5			5				Klausur 90 Minuten	1	
	14	Knowledge Discovery in Databases and Transaction Systems ³	vgl. § 39a FPOINF					5			5				vgl. § 39a FPOINF	1	
	15	Grundlagen der Logik in der Informatik ³	vgl. FPOINF					5			5				vgl. FPOINF	1	
	Summe Aufbaumodule der Mathematik und			20	14	0	0	0	30	0	0	20-30	0-10	0	0		

² Zwei von drei Modulen sind zu wählen. Das dritte Modul kann im Wahlpflichtbereich Mathematik eingebracht werden.

³ Zwei von drei Modulen sind zu wählen. Das dritte Modul kann im Wahlpflichtbereich Informatik eingebracht werden.

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Wahlpflichtbereich Mathematik	16	Wahlpflichtmodule aus dem Katalog für Wahlpflichtbereich Mathematik gemäß § 43	vgl. Modulkatalog gem. § 43 Abs. 4						5 - 15			0-10	0-15			vgl. 43 Abs. 4	1
	Summe Wahlpflichtbereich Mathematik ⁴				6	5	0	0	1	5 - 15	0	0	0-10	0-15	0	0	
Wahlpflichtbereich Informatik	17	Wahlpflichtmodule aus dem Katalog für Wahlpflichtbereich Informatik gemäß § 44	vgl. Modulkatalog gem. § 44 Abs. 4						5 - 15			0-10	0-15			vgl. 44 Abs. 4	1
	Summe Wahlpflichtbereich Informatik ⁴				4	3	0	0	0	5 - 15	0	0	0-10	0-15	0	0	
Vertiefungsrichtungen	18	Wahlpflichtmodule aus dem Katalog der gewählten Vertiefungsrichtung gemäß § 45	vgl. Modulkatalog gem. § 45 Abs. 5						15-20					10-20	0-10	vgl. § 45 Abs. 5	1
	19	Wahlpflichtmodule aus den Katalogen der nicht gewählten Vertiefungsrichtungen gemäß § 45	vgl. Modulkatalog gem. § 45 Abs. 5						10-15					0-10	0-10	vgl. § 45 Abs. 5	1
	Summe Vertiefungsbereich Informatik ⁵				12	8	0	2	0	30	0	0	0	0	20	10	

⁴ Aus den Wahlpflichtbereichen Mathematik und Informatik muss mindestens ein Modul im Umfang von 5 ECTS-Punkten und maximal Module im Umfang von 15 ECTS-Punkten abgeschlossen werden. In beiden Wahlpflichtbereichen zusammen müssen Module in einen Gesamtumfang von 20 ECTS-Punkten abgeschlossen werden.

⁵ Es sind in den Vertiefungsrichtungen mindestens je 10 ECTS-Punkte aus dem Lehrangebot des Departments Mathematik und des Departments Informatik nachzuweisen.

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote	
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.			
Anwendungsfach	20	Wahlpflichtmodule aus dem Katalog zu den Anwendungsfächern gemäß § 46	vgl. Modulkatalog gem. § 46 Abs. 3						10						5	5	vgl. § 46 Abs. 3	1
	Summe Anwendungsfach				2	4	8	0	0	10	0	0	0	0	5	5		
Techn. und nicht-technische SQ	21	Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen gemäß § 47	vgl. Modulkatalog gem. § 47 Abs. 3						15	5			10				vgl. § 47 Abs. 3	1
	Summe Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen				6	6	0	0	0	15	5	0	0	10	0	0		
BA-Abschlussarbeit	22	Bachelorseminar	Bachelorseminar vgl. § 48				2		5						5	Seminarleistung, gem. § 6 ABMPOMathe/NatFak	1	
	23	Bachelorarbeit							10						10	Bachelorarbeit (ca. 20-25 Seiten)	1	
	Summe BA-Abschlussarbeit				0	0	0	2	0	15	0	0	0	0	15			
Summe SWS (mind.)² und ECTS-Punkte				70	59	10	8	1	180	30	30	30	30	30	30			

Erläuterungen:

Übungsleistung: vgl. § 6 Abs. 4 ABMPOMathe/NatFak.

Modulkatalog Machine Learning für den Bachelorstudiengang Data Science (B3)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul-note
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Kernmodul Data Science 3	3a	Machine Learning for Engineers (VHB)	vgl. FPOINF §39a	2					5		5					vgl. FPOINF §39a	1
						2											
	3b	Introduction to Machine Learning (IntroML)	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5			5				vgl. FPOINF §39a	1
Summe Wahlpflichtmodule aus dem Katalog für Machine Learning								5		5							

Modulkatalog Projekt Data Science für den Bachelorstudiengang Data Science (B4)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modul-note
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Kernmodul Data Science 4	4a	Mathematische Modellierung Praxis (MaMoPra)	vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b	vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b					5					5		vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b	1
	4b	SWAT-Praktikum	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5					5		vgl. FPOINF §39a	1
	4c	Advanced Design and Programming (5-ECTS) (OSS-ADAP)	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5					5		vgl. FPOINF §39a	1
Summe Wahlpflichtmodule aus dem Katalog für Projekt Data Science								5					5				

Modulkatalog Wahlpflichtbereich Mathematik für den Bachelorstudiengang Data Science (B16)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Wahlpflichtbereich Mathematik	16a	Lineare und nichtlineare Systeme (Querschnittsmodul)	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10				10			vgl. FPOMathe § 42	1
	16b	Introduction to Statistics and Statistical Programming	FPOWiMathe Anlage 1b	FPOWiMathe Anlage 1b					5				5			vgl. FPOWiMathe Anlage 1b	1
	16c	Diskretisierung und numerische Optimierung	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10				10			vgl. FPOMathe § 42	1
Summe Wahlpflichtbereich Mathematik³																	
							5 - 15	0	0	0-10	0-15	0	0				

³ Aus den Wahlpflichtbereichen Mathematik und Informatik muss mindestens ein Modul mit 5 ECTS-Punkte und maximal Module mit 15 ECTS-Punkten abgeschlossen werden. In beiden Wahlpflichtbereichen müssen Module in einen Gesamtumfang von 20 ECTS-Punkten abgeschlossen werden.

Modulkatalog Wahlpflichtbereich Informatik für den Bachelorstudiengang Data Science (B17)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Wahlpflichtbereich Informatik	17a	Berechenbarkeit und Formale Sprachen	vgl. FPOINF Anlage 1	vgl. FPOINF Anlage 1					7,5			7,5				vgl. FPOINF Anlage 1	1
	17b	Algorithmik kontinuierlicher Systeme ⁴	vgl. FPOINF Anlage 1	vgl. FPOINF Anlage 1					7,5				7,5			vgl. FPOINF Anlage 1	1
Summe Wahlpflichtbereich Informatik³								5 - 15	0	0	0-10	0-15	0	0			

³ Aus den Wahlpflichtbereichen Mathematik und Informatik muss jeweils ein Modul mit mindestens 5 ECTS-Punkten abgeschlossen werden. In beiden Wahlpflichtbereichen müssen Module in einem Gesamtumfang von 20 ECTS-Punkten abgeschlossen werden.

⁴ Bei der Belegung des Moduls 11 ist dieses Modul nicht wählbar.

Modulkatalog Vertiefungsbereich Mathematik für den Bachelorstudiengang Data Science (B18): Mathematische Statistische Datenanalyse (MSD)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Mathematische Statistische Datenanalyse (MSD)	MSD	Analysis III	vgl. FPOMathe Anlage 1b	vgl. FPOMathe Anlage 1b					10					10		vgl. FPOMathe Anlage 1b	1
	MSD	Risk Data Analytics und Machine Learning	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5					5		vgl. FPOMathe § 42	1
	MSD	Mathematische Bild- und Datenanalyse	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5					5		vgl. FPOMathe § 42	1
Summe Vertiefungsbereich Mathematik: Mathematische Statistische Datenanalyse (MSD)								10-20	0	0	0	0	10-20	0-10			

Modulkatalog Vertiefungsbereich Mathematik für den Bachelorstudiengang Data Science (B18): Datenorientierte Optimierung (DO)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Datenorientierte Optimierung (DO)	DO	Nichtlineare Optimierung	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10					10		vgl. FPOMathe § 42	1
	DO	Robuste Optimierung 1	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5						5	vgl. FPOMathe § 42	1
	DO	Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (NALIP)	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5						5	vgl. FPOMathe § 42	1
Summe Vertiefungsbereich Mathematik: Datenorientierte Optimierung (DO)								10-20	0	0	0	0	10-20	0-10			

Modulkatalog Vertiefungsbereich Mathematik für den Bachelorstudiengang Data Science (B18): Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)	MTG	Analysis III	vgl. FPOMathe Anlage 1b	vgl. FPOMathe Anlage 1b					10					10		vgl. FPOMathe Anlage 1b	1
	MTG	Gewöhnliche Differentialgleichungen	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10					10		vgl. FPOMathe § 42	1
	MTG	Partielle Differentialgleichungen I	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10				10		vgl. FPOMathe § 42	1	
	MTG	Topologie	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5					5		vgl. FPOMathe § 42	1
	MTG	Algebra	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10				10		vgl. FPOMathe § 42	1	
Summe Vertiefungsbereich Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)								10-20	0	0	0	0	10-20	0-10			

Modulkatalog Vertiefungsbereich Informatik für den Bachelorstudiengang Data Science (B19): Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)	DW	Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5						5	vgl. FPOINF §39a	1
	DW	Künstliche Intelligenz I	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5					7,5		vgl. FPOINF §39a	1
	DW	eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5					5		vgl. FPOINF §39a	1
	DW	Künstliche Intelligenz II	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5						7,5	vgl. FPOINF §39a	1
	DW	Ontologien im Semantic Web	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5						7,5	vgl. FPOINF §39a	1
Summe Vertiefungsbereich Informatik: Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)								10-20	0	0	0	0	10-20	0-10			

Modulkatalog Vertiefungsbereich Informatik für den Bachelorstudiengang Data Science (B19): Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)	AI	Pattern Recognition	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5					5		vgl. FPOINF §39a	1
	AI	Künstliche Intelligenz I	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5					7,5		vgl. FPOINF §39a	1
	AI	Künstliche Intelligenz II	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5					7,5		vgl. FPOINF §39a	1
	AI	Machine Learning for Time Series	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5					7,5		vgl. FPOINF §39a	1
	Summe Vertiefungsbereich Informatik: Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence								10-20	0	0	0	0	10-20	0-10		

Modulkatalog Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik für den Bachelorstudiengang Data Science (B18/B19): Simulation und Numerik (SN)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Simulation und Numerik (SN)	SN	Simulation and Modeling I	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5					5		vgl. FPOINF §39a	1
	SN	Simulation und wissenschaftliches Rechnen I	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					7,5					7,5		vgl. FPOINF §39a	1
	SN	Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (MOSES)	vgl. FPOINF §39a	vgl. FPOINF §39a					5					5		vgl. FPOINF §39a	1
	SN	Numerik partieller Differentialgleichungen	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10					10		vgl. FPOMathe § 42	1
	SN	Diskretisierung und numerische Optimierung (aus Bachelorseminar)	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5					5		vgl. FPOMathe § 42	1
	SN	Mathematische Modellierung Praxis	vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b	vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b					5					5		vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b	1
	SN	Mathematische Modellierung Theorie	vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b	vgl. FPOTechnoMathe Anlage 1b					5					5		vgl. FPOTechnoMath Anlage 1b	1
Summe Vertiefungsbereich Informatik und Mathematik: Simulation und Numerik (SN)								10-20	0	0	0	0	10-20	0-10			

Modulkatalog Anwendungsfach für den Bachelorstudiengang Data Science (B20): Physik

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Anwendungsfach Physik	P	Einführung in die Astronomie ⁵	vgl. BMPO/Physik	vgl. BMPO/Physik					5					5		vgl. BMPO/Physik	1
	P	Astronomie ⁵	vgl. BMPO/Physik	vgl. BMPO/Physik					10					3		vgl. BMPO/Physik	1
														7			
	P	Quantum Computing ⁶	Quantum Computing	2					5					5		Klausur 90 Min.	1
			Übung zur Vorlesung "Quantum Computing"		3												
P	Experimentalphysik 1 für Mathematikstudierende ⁷	Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik	5					5					5		Klausur 90 Min.	1	
		Übungen zur Experimentalphysik 1 für Physikstudierende:		2													
P	Experimentalphysik 1+2 Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik ⁷	vgl. BMPO/Physik Anlage 2 für Physikstudierende: Wärmelehre und Elektrodynamik	vgl. BMPO/Physik Anlage 2					15					7,5		vgl. BMPO/Physik Anlage 2	1	
													7,5				
Summe Anwendungsfach Physik								10	0	0	0	0	5	5			

⁵ Es darf entweder Einführung in die Astronomie oder Astronomie belegt werden.

⁶ Dieses Modul findet nicht jährlich statt.

⁷ Es darf entweder Experimentalphysik 1 für Mathematikstudierende oder Experimentalphysik 1+2 belegt werden.

Modulkatalog für Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ) für den Bachelorstudiengang Data Science (Modul 21)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)	SQ	Implementierung von Datenbanksystemen	vgl. FPOINF Anlage 1	vgl. FPOINF Anlage 1					5			5				vgl. FPOINF Anlage 1	1
	SQ	Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation	vgl. FPOINF Anlage 1	vgl. FPOINF Anlage 1					5				5			vgl. FPOINF Anlage 1	1
	SQ	Einführung in die IT-Sicherheit	vgl. FPOINF § 39a	vgl. FPOINF § 39a					5	5						vgl. FPOINF § 39a	1
	SQ	Schlüsselqualifikationen aus dem Pool der FAU	vgl. FPOMathe § 45	vgl. FPOMathe § 45					5	(5)			(5)			vgl. FPOMathe § 45	1
	SQ	Computerorientierte Mathematik I	vgl. FPOMathe § 45	vgl. FPOMathe § 45					5	5						vgl. FPOMathe § 45	1
	SQ	Computerorientierte Mathematik II	vgl. FPOMathe § 45	vgl. FPOMathe § 45					5				5			vgl. FPOMathe § 45	1
	SQ	Nailing your Thesis	vgl. FPOINF § 39a	vgl. FPOINF § 39a					5				5			vgl. FPOINF § 39a	1
	SQ	SWAT-Intensivübungen	vgl. FPOINF § 39a	vgl. FPOINF § 39a					5				5			vgl. FPOINF § 39a	1
Summe Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)								15	5	0	0	5-10	0	0			

Modulkatalog für Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ) für den Bachelorstudiengang Data Science (Modul 21)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)	SQ	Approximate Computing	vgl. FPOINF § 39a	vgl. FPOINF § 39a					5				5			vgl. FPOINF § 39a	1
	SQ	Tutoren	vgl. FPOMathe § 4	vgl. FPOMathe § 4					5				5			vgl. FPOMathe § 42	1
	SQ	Betriebspraktikum	vgl. FPOMathe § 4	vgl. FPOMathe § 4					5				5			vgl. FPOMathe § 42	1
	SQ	Akademische Selbstverwaltung	FSI, Gremienarbeit oder Mentoring	vgl. -					5				5			vgl. -	1
	SQ	Rechnerkommunikation	vgl. FPOINF Anlage 1	vgl. FPOINF Anlage 1					5				5			vgl. FPOINF Anlage 1	1
	SQ	Computergraphik	vgl. FPOINF Anlage 4	vgl. FPOINF Anlage 4					5					5		vgl. FPOINF Anlage 4	1
	SQ	Softwareentwicklung in Großprojekten	vgl. FPOINF Anlage 4	vgl. FPOINF Anlage 4					5					5		vgl. FPOINF Anlage 4	1
Summe Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)							15	5	0	0	5-10	0	0				

Modulkatalog für Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ) für den Bachelorstudiengang Data Science (Modul 21)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)	SQ	Graph Routing and applications (GrRaA)	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5					5		vgl. FPOMathe § 42	1
	SQ	Kryptographie I (Kry I) – Teil 1	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5					5		vgl. FPOMathe § 42	1
	SQ	Kryptographie I (Kry I)	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					10					10		vgl. FPOMathe § 42	1
	SQ	Projektseminar Optimierung (Bachelor) (ProO)	vgl. FPOMathe § 42	vgl. FPOMathe § 42					5				5		vgl. FPOMathe § 42	1	
Summe Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)								15	5	0	0	5-10	0	0			

Modulkatalog für Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ) für den Bachelorstudiengang Data Science (Modul 21)

	Nr.	Modulbezeichnung	Lehrveranstaltung	SWS					Gesamt ECTS	Workload-Verteilung pro Semester in ECTS-Punkten						Art und Umfang der Prüfung/Studienleistung	Faktor Modulnote
				V	Ü	P	S	T		1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.		
Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)	SQ	Englisch Level 2: Focus on Academic Writing (SZENL2FAW)	Englisch Level 2: Focus on Academic Writing (SZENL2FAW)						2,5	(2,5)			(2,5)	(2,5)			1
	SQ	Englisch Level 2: Focus on Grammar and Vocabulary (SZENL2GV)	Englisch Level 2: Focus on Grammar and Vocabulary (SZENL2GV)						2,5	(2,5)			(2,5)	(2,5)			1
	SQ	Englisch Level 2: Key Discussions in the Natural Sciences (SZENL2KDNS)	Englisch Level 2: Key Discussions in the Natural Sciences (SZENL2KDNS)						2,5	(2,5)			(2,5)	(2,5)			1
	SQ	Englisch Level 2: Holding Scientific Presentations (SZENL2HSP)	Englisch Level 2: Holding Scientific Presentations (SZENL2HSP)						2,5	(2,5)			(2,5)	(2,5)			1
	SQ	Englisch Level 2: Spoken English for Technology Students (SZENL2TS)	Englisch Level 2: Spoken English for Technology Students (SZENL2TS)						2,5	(2,5)			(2,5)	(2,5)			1
	SQ	Englisch Level 2: Focus on Academic Speaking (SZENL2FAS)	Englisch Level 2: Focus on Academic Speaking (SZENL2FAS)						2,5	(2,5)			(2,5)	(2,5)			1
Summe Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (SQ)									15	5	0	0	5-10	0-5	0		

Kernmodule Data Science (B1 – B4)

Kernmodule 1 und 2 (B1-B2)

1	Modulbezeichnung	Seminar Data Science in Forschung und Industrie (Seminar Data Science in Research and Industry)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Seminar Data Sciences in Forschung und Industrie (S)	4 SWS
3	Lehrende	N.N.	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frauke Liers	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsperspektiven von Data Science - Überblick über relevante Data Science Industriebranchen und die Berufsaussichten eines Data Scientists - Fragestellungen und Diskussionen mit den derzeit verwendeten Lösungsansätzen im Anwendungskontext der Data Sciences (mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen z.B. der Naturwissenschaften, Technikwissenschaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, etc.) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen Data Science Anwendungsfelder und die in verschiedenen Kontexten auftretenden Bereiche - Sie kennen die Berufsanforderungen eines Data Scientists und können diese wiedergeben. - Können strukturiert mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen z.B. der Naturwissenschaften, Technikwissenschaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften diskutieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Kernmodul) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit Multiple-Choice (90 min.)	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h</p> <p>davon:</p> <p>Seminar: 4 SWS x 15 = 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	wird von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten bekannt gegeben.	

1	Modulbezeichnung	Einführung in die mathematische Datenanalyse (Introduction to Mathematical Data Analysis)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung zur Einführung in die mathematische Datenanalyse (V) Übung zur Einführung in die mathematische Datenanalyse (Ü)	2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	N.N.	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frauke Liers	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - fortgeschrittene Inhalte zu Eigenwerten, - Hauptachsentransformation, - Singulärwertzerlegung -> Principal Component Analysis, - Spectral Clustering - Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung zu Extremwerten, - Extrema mit Nebenbedingungen, - Sätze über implizite und inverse Funktionen. - Vertiefung von Gradienten etc. -> Lernverfahren, stochastische Gradientenverfahren - lineare Differentialoperatoren (Gradient, Divergenz, Rotation) - Kurvenintegrale, - Vektorfelder, - Integralsätze von Gauß und Stokes (ggf. ohne detaillierte Beweise) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können fortgeschrittene Inhalte zu Eigenwerten, Hauptachsentransformation, Singulärwertzerlegung (Principal Component Analysis) und Spectral Clustering erklären - verstehen die Anwendung von Extremwerten und Gradienten in der Optimierung und in Optimierungsverfahren - kennen Kurvenintegrale, Vektorfelder, Integralsätze von Gauß und Stokes 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: - B. Sc. Data Sciences (Kernmodul)	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftliche Klausur (60 min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

Modulkatalog Kernmodul 3 (B3)

1	Modulbezeichnung	Machine Learning for Engineers	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Machine Learning for Engineers (V) Machine Learning for Engineers (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	Inhalt	<p>This course offers an overview of some of the most widely used machine learning methods that are necessary to know in order to be able to work on data science applications. We present the necessary fundamental for each topic and provide coding exercises in order to practice the models.</p> <p>The course includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - The common practices for data collection, anomaly detection and signal fusion. - Teaching different tasks regarding regression, classification, and dimensionality reduction using methods including but not limited to linear regression and classification, Support Vector machines (SVM) and Deep neural networks (DNN). - Introduction to Python programming for data science. - Applying machine learning methods on real world engineering applications. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>This course helps participants to obtain necessary theoretical background and practical skills to work on data science applications.</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> - understand the common practices for data collection, anomaly detection and signal fusion - understand and use the different tasks regarding regression, classification, and dimensionality reduction using methods including but not limited to linear regression and classification, Support Vector machines (SVM) and Deep neural networks (DNN) - use the programming language Python to apply programming for data science - apply machine learning methods on real world engineering applications 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul: - B. Sc. Data Sciences (im Katalog für Machine Learning (Kernmodul, B3))	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Online exam.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Introduction to Machine Learning (IntroML)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Introduction to Machine Learning (V) Introduction to Machine Learning Exercises (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	Inhalt	<p>The goal of this lecture is to familiarize the students with the overall pipeline of a pattern recognition system. The various steps involved from data capture to pattern classification are presented. The lectures start with a short introduction, where the nomenclature is defined. Analog-to-digital conversion is discussed with a focus on how it impacts further signal analysis. Commonly used preprocessing methods are then described. A key component of pattern recognition is feature extraction. Thus, several techniques for feature computation/transformation will be presented, such as moments, principal component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA). Furthermore, ways of learning feature representations directly from the data will be introduced. The lecture concludes with a basic introduction to classification. Within this context we will cover Bayesian and Gaussian classifiers.</p> <p>A pattern recognition system consists of the following steps: sensor data acquisition, pre-processing, feature extraction, and classification/machine learning. This course focuses mainly on the first three steps and is the basis of further courses (Pattern Recognition and Pattern Analysis).</p> <p>Die Vorlesung hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Die Vorlesung beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepräsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Die Vorlesung schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.</p> <p>Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Diese Vorlesung beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen (Pattern Recognition und Pattern Analysis).</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> - explain the general pipeline of a pattern recognition system - understand sampling, the sampling theorem, and quantization - apply methods to decompose signals into sine and cosine functions - apply histogram equalization and histogram stretching - compare different thresholding methods - apply the principle of maximum likelihood estimation to Gaussian probability density functions - understand linear shift-invariant filters and convolution - apply various low- and high-pass filters, as well as non-linear filters - apply various normalization methods - understand the curse of dimensionality - explain various heuristic feature extraction methods, e.g. projection to orthogonal bases, geometric moments, feature extraction via filtering - understand analytic feature extraction methods, e.g. Principal Component Analysis, Linear Discriminant Analysis - understand the basics of representation learning - explain the principles of statistical classification (optimal classifier, cost functions, Bayes classifier) - understand different classifiers and compare them w.r.t. their decision boundaries, their computational complexity, etc. - use the programming language Python to apply the presented pattern recognition techniques - get to know practical applications and apply the presented algorithms to problems in practice <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems 	

		<ul style="list-style-type: none"> - verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung - wenden verschiedene Ansätze an, um ein Signal in seine Sinus- und Kosinusanteile zu zerlegen - verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung - vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden - wenden das Prinzip der Maximum-Likelihood-Schätzung auf Gaußsche Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen an - verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung - wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an - wenden verschiedene Normierungsmethoden an - verstehen den Fluch der Dimensionalität - erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale basierend auf Filterung - verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse - verstehen die Basis von Repräsentationslernen - erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (optimaler Klassifikator, Kostenfunktionen, Bayes-Klassifikator) - erklären verschiedene Klassifikatoren und sie vergleichen bezüglich ihrer Entscheidungsgrenze, ihrem Berechnungsaufwand, etc. - benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden - lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul: - B. Sc. Data Sciences (im Katalog für Machine Learning (Kernmodul, B3))
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - lecture slides - Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003 - Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4th edition, Academic Press, Burlington, 2009 - Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 2001

Modulkatalog Kernmodul 4 (B4)

1	Modulbezeichnung	Mathematische Modellierung Praxis (MaMoPra) (Mathematical Modelling in Practice)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum Mathematische Modellierung Praxis (P)	2 SWS
3	Lehrende	Dr. Nadja Ray	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. S. Kräutle	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse und Lösung von Problemen aus Ingenieur- und Naturwissenschaften (u.a. Mechanik, Life Sciences) <p>Die Umsetzung und Vertiefung der Modellierungstechniken erfolgen durch Bearbeitung von Projekten in Kleingruppen. Die Fortschritte der Projektarbeit werden regelmäßig präsentiert und am Ende in einem schriftlichen Bericht zusammengefasst.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bearbeiten Modellierungsprojekte im Team; - modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch; - prägen Problemlösungskompetenz aus; - erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Module Analysis und Lineare Algebra bzw. Mathematik für Data Science 1 und 2 oder Module einer zweisemestrigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge - Modul Numerische Mathematik - Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Technomathematik <p>Wahlpflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (im Katalog für Projekt Data Science (Kernmodul, B4)) - B. Sc. Data Science (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc. Mathematik, - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Vortrag (30 – 40 Minuten) und Projektbericht (5 – 10 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon: Praktikum: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 120 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011 - F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011 - G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; WellesleyCambridge Press, Wellesley 1986 	

1	Modulbezeichnung	SWAT-Intensivübungen (SWAT) (SWAT is a Web Application Tutorial)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	SWAT: Praktikum (Anwesenheitspflicht P) SWAT: Blockpraktikum (Anwesenheitspflicht P) SWAT: Tutorium (Ü)	2 SWS 2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Demian Vöhringer, David Haller, Peter Schwab	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Richard Lenz	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Entwurf und Implementierung einer typischen Web-Applikation - Kreatives Arbeiten im Team - Agile Softwareentwicklung - Verwendung von aktuellen Technologien - Moderne Programmiertechniken 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - konzipieren und implementieren eine mehrschichtige Web-Anwendung. - bewerten den Arbeitsaufwand von Aufgaben. - wenden agile Entwicklungsmethoden im Rahmen von Softwareentwicklung an. - arbeiten kooperativ und verantwortlich in Gruppen und können das eigene Kooperationsverhalten sowie die Zusammenarbeit in der Gruppe kritisch reflektieren und optimieren. - arbeiten sich eigenständig in Technologien ein, stellen diese Technologien in Präsentationen vor und wenden sie im Projekt an. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlene Vorkenntnisse für Studierende im Bachelor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modul: "Algorithmen und Datenstrukturen" (wg. Objektorientierung) - Modul: "Konzeptionelle Modellierung" (wg. Datenmodellierung und UML) - Modul: "Softwareentwicklung in Großprojekten" (wg. Entwurfsmustern und IT-Vorgehensmodellen) - Modul: "Systemprogrammierung" (wg. Betriebssystem-Architektur) - Modul: "Rechnerkommunikation" (wg. Transferprotokollen) - Modul: "Implementierung von Datenbanksystemen" (wg. Schichtenarchitektur, Transaktionen) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (im Katalog für Projekt Data Science (Kernmodul, B4)) - B. Sc. Data Sciences (im Katalog für Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (B21)) - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Fachvortrag, Praktikum und mündliche Prüfung (20 min)	
11	Berechnung Modulnote	<p>Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus</p> <ul style="list-style-type: none"> - 30% Fachvortrag , - 50% Praktikum und - 20% mündliche Prüfung 	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon: Praktikum: 2 SWS x 15 = 30 h Blockpraktikum: 2 SWS x 15 = 30h Tutorium: 1 SWS x 15 = 15h Eigenstudium: 75 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Elemental Design Patterns, Smith, 2012 - Patterns of Enterprise Application Architecture, Fowler, 2003 - Scrum mit User Stories, Wirdemann, 2011 - Agile Testing, Crispin and Gregory, 2009 - More Agile Testing, Crispin and Gregory, 2015 	

1	Modulbezeichnung	Advanced Design and Programming (5-ECTS) (OSS-ADAP)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Advanced Design and Programming (V) Advanced Design and Programming (U)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle, M.B.A.	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Riehle	
5	Inhalt	<p>This course teaches principles and practices of advanced object-oriented design and programming. It consists of a weekly lecture with exercises, homework and self-study, totaling 4 SWS, 5 ECTS. This is a hands-on course and students should be familiar with their Java IDE.</p> <p>Students learn the following concepts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Class-Level <ul style="list-style-type: none"> - Method design - Class design - Classes and interfaces - Subtyping and inheritance - Implementing inheritance - Design by contract - Collaboration-Level <ul style="list-style-type: none"> - Values vs. objects - Role objects - Type objects - Object creation - Collaboration-based design - Design patterns - Component-Level <ul style="list-style-type: none"> - Error handling - Meta-object protocols - Frameworks and components - Domain-driven design - API evolution <p>The running example is the photo sharing and rating software Wahlzeit, see https://github.com/dirkriehle/wahlzeit. Class is held as a three hour session with a short break in between. The class iterates over short lectures, discussion, and exercise chunks of 10-30min each. Students should bring a laptop with a working Java programming setup. The overall schedule can be found at http://goo.gl/bePPn. Please sign up for the course on StudOn (link accessible through schedule spreadsheet) as soon as possible.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learn to recognize, analyse, and apply advanced concepts of object-oriented design and programming - Learn to work effectively with a realistic tool set-up, involving an IDE, configuration management, and a service hoster 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - INF-AuD 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (im Katalog für Projekt Data Science (Kernmodul, B4)) - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<ul style="list-style-type: none"> - Exercise participation - Homework assignments 	
11	Berechnung Modulnote	Classwork (20%) + homework (80%)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon:</p> <p>Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	

16	Literaturhinweise	See http://goo.gl/BZpU8
----	-------------------	---

Grundlagenmodule der Mathematik und Informatik (B5 – B9)

Grundlagenmodule der Mathematik (B5-B6)

1	Modulbezeichnung	Mathematik für Data Sciences 1 (Best of Lineare Algebra I und Analysis I)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Mathematik Data Sciences 1 (V) Übung Mathematik Data Sciences 1 (Ü) Tafelübung Mathematik Data Sciences 1 (Ü)	4 SWS 2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	N.N.	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frauke Liers	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung zu Mengenlehre, natürliche, rationale und reelle Zahlen. - Vollständige Induktion, Abzählbarkeit - Komplexe Zahlen: Rechenregeln und ihre geometrische Interpretation, quadratische Gleichungen - Konvergenz, Cauchy-Folgen, Vollständigkeit - Zahlenfolgen und Reihen: Konvergenzkriterien und Rechenregeln, absolute Konvergenz, Potenzreihen - Elementare Funktionen, rationale Funktionen, Potenzen mit reellen Exponenten, Exponentialfunktion, Hyperbelfunktionen, trigonometrische Funktionen (sehr kurz) - Monotonie und Umkehrfunktion, Logarithmus - Stetige reellwertige Funktionen: Zwischenwertsatz, Existenz von Minimum und Maximum auf kompakten Mengen, stetige Bilder von Intervallen und Umkehrbarkeit, gleichmäßige Stetigkeit, gleichmäßige Konvergenz - Differential- und Integralrechnung in einer reellen Veränderlichen - Rechenregeln für Differentiation, Mittelwertsatz der Differentialrechnung, Taylorformel, Extremwerte und Kurvendiskussion, Definition des Integrals und Rechenregeln, gliedweise Differentiation, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Mittelwertsatz der Integralrechnung. - Vektorräume - Lineare Abbildungen - Lineare Gleichungssysteme, Determinanten 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - definieren und erklären elementare Grundbegriffe der Analysis; - verwenden die abstrakten Strukturen Körper und Vektorraum; - wenden das Basiswissen der Analysis an und reproduzieren grundlegende Prinzipien; - wenden grundlegende und einfache Techniken der Analysis an; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen elementare Zusammenhänge; - erkennen lineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ; - erläutern und verwenden den Gauß-Algorithmus zum Lösen linearer Gleichungssysteme; - übersetzen zwischen linearen Abbildungen und zugehörigen Matrizen und berechnen so charakteristische Daten linearer Abbildungen; - beherrschen den Determinantenkalkül. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul: - B. Sc. Data Sciences (Grundlagenmodul)	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Tafelübung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 30 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Mathematik für Data Sciences 2 (Best of Lineare Algebra II und Analysis II)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Mathematik Data Sciences 2 (V) Übung Mathematik Data Sciences 2 (Ü) Tafelübung Mathematik Data Sciences 2 (Ü)	4 SWS 2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	N.N.	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frauke Liers	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Eigenwerte - Euklidische Vektorräume (Orthonormalisierung, Orthogonalprojektion). - Diskrete Fouriertransformation als Beispiel für Orthogonalbasis, Hinführung auf Fourier-Reihen - Normierte Räume, stetige Abbildungen zwischen normierten Räumen, Kompaktheit, Vollständigkeit, Dualraum - Fixpunktsatz von Banach - Satz von Arzela-Ascoli (kurz) - Bilinearformen, Skalarprodukte - Adjungierte Operatoren - Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen: Partielle Ableitung und Jacobi-Matrix, Satz von Schwarz, - Grundlagen Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten: Lösung mittels Exponentiation von Matrizen bzw. mit charakteristischem Polynom - Gewöhnliche Differentialgleichungen: Lokale und globale Existenz und Eindeutigkeit der Lösung, Phasenportrait (DGL: insgesamt 2 Wochen) - Extrema, Optimierung mit Nebenbedingungen (kurz, wird im Kernmodul vertieft) - totale Ableitung und Linearisierung, Lipschitz-Stetigkeit und Schrankensatz, Taylorformel (ggf. mit wenig Beweisen) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erweitern ihr Spektrum an Grundbegriffen der Analysis und erklären diese; - wenden das Grundwissen der Analysis an, reproduzieren und vertiefen grundlegende Prinzipien und ordnen diese ein; - wenden Grundtechniken der Analysis an; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge, erkennen lineare und nichtlineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ; - verwenden und untersuchen quadratische Formen als die einfachsten nicht-linearen Funktionen; - verwenden Dualräume zur Analyse linearer Abbildungen; - erkennen die Querverbindung zur Analysis; - führen exemplarische inner- und außermathematische Anwendungen durch. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Mathematik für Data Science 1	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul: - B. Sc. Data Sciences (Grundlagenmodul)	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils SoSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Tafelübung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 30 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

Grundlagenmodule der Informatik (B7-B9)

1	Modulbezeichnung	Algorithmen und Datenstrukturen für MT (Algorithms and Data Structures (for Medical Engineering))	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Algorithmen und Datenstrukturen (f. Medizintechnik) (V)	4 SWS
3	Lehrende	Dr. Peter Wilke	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Maier	
5	Inhalt	Die Vorlesung AuD-MT richtet sich an Studierende des Studiengangs Medizintechnik und Data Sciences und zählt dort zu den Grundlagenvorlesungen im Bereich Informatik. Neben einer Einführung in die (objektorientierte) Programmierung in Java werden verschiedene Datenstrukturen wie verkettete Listen, Bäume und Graphen behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf von Algorithmen. Dazu zählen Rekursion, Sortierverfahren und Graphalgorithmen, sowie Aufwandsabschätzung von Algorithmen. -	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - lösen objektorientierte Programmieraufgaben in der Programmiersprache Java - veranschaulichen Programmstrukturen mit Hilfe einer Untermenge der Unified Modelling Language - vergleichen die Aufwände verschiedener Algorithmen hinsichtlich der Laufzeit und des Speicherbedarfs - implementieren grundlegende kombinatorische Algorithmen, insbesondere Such- und Sortierverfahren, binäre Bäume und grundlegende Graphalgorithmen - verstehen und benutzen Rekursion als Bindeglied zwischen mathematischen Problembeschreibungen und programmiererischer Umsetzung - übersetzen rekursive Problembeschreibungen in iterative - planen und bearbeiten Programmieraufgaben so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Grundlagenmodul) - B. Sc. Medizintechnik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 120 Min.	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	In der Vorlesung werden zu den einzelnen Kapiteln passende Lehrbücher vorgeschlagen.	

1	Modulbezeichnung	Übung Algorithmen und Datenstrukturen für MT (Algorithms and Data Structures (for Medical Engineering))	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Algorithmen und Datenstrukturen (f. Medizintechnik) Tafelübung (Ü) 2 SWS Algorithmen und Datenstrukturen (f. Medizintechnik) Rechnerübung (Ü) 2 SWS	
3	Dozenten	Dr. Peter Wilke	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Die Tafel- und Rechnerübungen zu AuD-MT richten sich an Studierende des Studiengangs Medizintechnik und Data Sciences und zählen dort zu den Grundlagenvorlesungen im Bereich Informatik. Neben einer Einführung in die (objektorientierte) Programmierung in Java werden verschiedene Datenstrukturen wie verkettete Listen, Bäume und Graphen behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf von Algorithmen. Dazu zählen Rekursion, Sortierverfahren und Graphalgorithmen, sowie Aufwandsabschätzung von Algorithmen. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - lösen objektorientierte Programmieraufgaben in der Programmiersprache Java - veranschaulichen Programmstrukturen mit Hilfe einer Untermenge der Unified Modelling Language - vergleichen die Aufwände verschiedener Algorithmen hinsichtlich der Laufzeit und des Speicherbedarfs - implementieren grundlegende kombinatorische Algorithmen, insbesondere Such- und Sortierverfahren, binäre Bäume und grundlegende Graphalgorithmen - verstehen und benutzen Rekursion als Bindeglied zwischen mathematischen Problembeschreibungen und programmiererischer Umsetzung - übersetzen rekursive Problembeschreibungen in iterative - planen und bearbeiten Programmieraufgaben so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Grundlagenmodul) - B. Sc. Medizintechnik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	bestanden / nicht bestanden	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Rechnerübung: 2 SWS x 15 = 30h Tafelübung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 30 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Vorbereitende Literatur	In der Vorlesung werden zu den einzelnen Kapiteln passende Lehrbücher vorgeschlagen.	

1	Modulbezeichnung	Konzeptionelle Modellierung (Conceptual Modelling)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Konzeptionelle Modellierung (V) Übungen zu Konzeptionelle Modellierung (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Richard Lenz	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Richard Lenz	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Modellierung - Datenmodellierung am Beispiel Entity-Relationship-Modell - Modellierung objektorientierter Systeme am Beispiel UML - Relationale Datenmodellierung und Anfragemöglichkeiten - Grundlagen der Metamodellierung - XML - Multidimensionale Datenmodellierung - Domänenmodellierung und Ontologie 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - definieren grundlegende Begriffe aus der Datenbankfachliteratur - erklären die Vorteile von Datenbanksystemen - erklären die verschiedenen Phasen des Datenbankentwurfs - benutzen das Entity-Relationship Modell und das erweiterte Entity-Relationship Modell zur semantischen Datenmodellierung - unterscheiden verschiedene Notationen für ER-Diagramme - erläutern die grundlegenden Konzepte des relationalen Datenmodells - bilden ein gegebenes EER-Diagramm auf ein relationales Datenbankschema ab - erklären die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF - definieren die Operationen der Relationenalgebra - erstellen Datenbanktabellen mit Hilfe von SQL - lösen Aufgaben zur Datenselektion und Datenmanipulation mit Hilfe von SQL - erklären die grundlegenden Konzepte der XML - erstellen DTDs für XML-Dokumente - benutzen XPATH zur Formulierung von Anfragen an XML-Dokumente - definieren grundlegende Strukturelemente und Operatoren des multidimensionalen Datenmodells - erklären Star- und Snowflake-Schema - benutzen einfache UML Use-Case Diagramme - benutzen einfache UML-Aktivitätsdiagramme - erstellen UML-Sequenzdiagramme - erstellen einfache UML-Klassendiagramme - erklären den Begriff Meta-Modellierung - definieren den Begriff der Ontologie in der Informatik - definieren die Begriffe RDF und OWL 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - "Algorithmen und Datenstrukturen"; - "Grundlagen der Logik und Logikprogrammierung" 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Grundlagenmodul) - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit Multiple Choice (90 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Alfons Kemper, Andre Eickler: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 6., aktualis. u. erw. Aufl. Oldenbourg, März 2006. - ISBN-10: 3486576909 - Bernd Oestereich: Analyse und Design mit UML 2.1. 8. Aufl. Oldenbourg, Januar 2006. - ISBN-10: 3486579266 - Ian Sommerville: Software Engineering. 8., aktualis. Aufl. Pearson Studium, Mai 2007. - ISBN-10: 3827372577 - Horst A. Neumann: Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language. (UML). Hanser Fachbuch, März 2002. - ISBN-10: 3446188797 	

		- Rainer Eckstein, Silke Eckstein: XML und Datenmodellierung. Dpunkt Verlag, November 2003. - ISBN-10: 3898642224
--	--	---

1	Modulbezeichnung	Parallele und Funktionale Programmierung (Parallel and Functional Programming)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Parallele und Funktionale Programmierung (V) Übungen zu Parallele und funktionale Programmierung (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Philippsen Dr. Norbert Oster	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Philippsen	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der funktionalen Programmierung - Grundlagen der parallelen Programmierung - Datenstrukturen - Objektorientierung - Scala-Kenntnisse - Erweiterte JAVA-Kenntnisse - Aufwandsabschätzungen - Grundlegende Algorithmen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erlernen die Grundlagen der funktionalen Programmierung anhand der Programmiersprache Scala - verstehen paralleles Programmieren mit Java - kennen fundamentale Datenstrukturen und Algorithmen - können funktionale und parallele Algorithmen entwickeln und analysieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	2. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Grundlagenmodul) - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

Aufbaumodule der Mathematik und Informatik für Data Science (B10 – B15)

Aufbaumodule der Mathematik (B10-B12)

1	Modulbezeichnung	Lineare und Kombinatorische Optimierung (Linear and Combinatorial Optimization)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Lineare und Kombinatorische Optimierung (V) Übung zur Linearen und Kombinatorischen Optimierung (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr. Dieter Weninger	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Alexander Martin	
5	Inhalt	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zum Vorlesungsumfang gehört auch das Simplexverfahren für lineare Programme und das Studium algorithmischer Grundprinzipien wie Sortieren, Greedy, Tiefen- und Breitensuche sowie Heuristiken.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; - erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; - klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; - sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Lineare Algebra (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Aufbaumodul) Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Aufbaumodul, Wahlpflichtbereich Mathematik) - B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) - B.Sc. Technomathematik (Numerische Mathematik, Modellierung und Optimierung) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zu diesem Modul - Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A – C; Springer, 2003 - Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005 	

1	Modulbezeichnung	Numerische Mathematik (Numerical Mathematics)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Einführung in die Numerik (= Numerische Mathematik) (V) 4 SWS Übungen zur Einführung in die Numerik (Ü) 2 SWS Tutorium zur Einführung in die Numerik (Ü) 1 SWS Matlab-Kurs zur Einführung in die Numerik	
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Burger	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Knabner	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen] - Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren - Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren) - Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme) - Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse) - Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton) - Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT) - Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese; - urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; - setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; - erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: (Direkte und) iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, nichtlineare Gleichungssysteme, insbesondere Newton-Verfahren, (nicht)lineare Ausgleichsrechnung, Interpolation und Integration, Numerik von Eigenwertaufgaben; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Voraussetzung: Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden.</p> <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Module zur Analysis und Linearen Algebra (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> - B.Sc. Technomathematik (Aufbaumodul) <p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Aufbaumodul, Wahlpflichtbereich Mathematik) - B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) - B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlmodule) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 90 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300h davon:</p> <p>Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Tutorium: 1 SWS x 15 = 15h Eigenstudium: 1950 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005 - A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002 - P. Deuffhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002 - J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 - J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 - Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst 	

1	Modulbezeichnung	Stochastische Modellbildung (Stochastic Modelling)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Stochastische Modellbildung (V) Übungen zur Stochastischen Modellbildung (Ü) Tutorium zur Stochastischen Modellbildung (T)	4 SWS 2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Greven Prof. Dr. Christoph Richard	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Greven	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung) - Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung - Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit) - Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation) - Schwaches und starkes Gesetz der grossen Zahlen für unabhängige Sequenzen - Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten - Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen - Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der grossen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis - Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen - der Poissonprozess - Markowketten - Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität) - Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele) - Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität - Regressionsanalyse 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden; - führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch; - verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein; - sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her; - klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: - Module Analysis I + II und Lineare Algebra I + II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in - B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Aufbaumodul) Wahlpflichtmodul in - B. Sc. Data Science (Aufbaumodul, Wahlpflichtbereich Mathematik) - B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik) - B.Sc. Technomathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 90 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Tutorium: 1 SWS x 15 = 15h Eigenstudium: 195 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, 8. Auflage 2005 - Hans-Otto Georgii: Stochastik, 3. Auflage 2007 	

Aufbaumodule der Informatik (B13-B15)

1	Modulbezeichnung	Informationsvisualisierung (Information Visualization)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Informationsvisualisierung (V) Übung zur Informationsvisualisierung (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Roberto Grosso	
5	Inhalt	<p>Informationsvisualisierung befasst sich mit der graphischen Darstellung abstrakter Daten, die keine räumliche Struktur aufweisen. Die Visualisierung abstrakter Daten nutzt visuelle Metaphern und Interaktion, um Information aus den Daten zu extrahieren. Typische Anwendungsszenarien sind die Analyse von Finanztransaktionen oder sozialen Netzwerken, Bioinformatik, Geographie, Textanalyse oder Visualisierung von Software-Quellcode.</p> <p>In dieser Vorlesung werden unterschiedliche Techniken vorgestellt, um verschieden Arten von Daten zu visualisieren. Insbesondere werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Graphen und Netzwerke - Dynamische Graphen - Hierarchien und Bäume - Multivariate Daten - Time-Series Daten - Textvisualisierung - Visualisierung Biologischer Daten 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - listen und identifizieren die unterschiedlichen Algorithmen der Informationsvisualisierung - veranschaulichen die Methoden zur Visualisierung von Graphen und Netzwerke und bestimmen ihre Unterschiede - klassifizieren Algorithmen zur Visualisierung multivariater Daten und erklären ihrer Funktionsweise - erklären und charakterisieren Techniken für die Text-Visualisierung und veranschaulichen die Methoden zur Visualisierung zeitabhängiger Daten - lernen Visualisierungswerkzeuge kennen und wenden diese zur Lösung praxisrelevanter Aufgaben der Informationsvisualisierung - sind in der Lage, die vorgestellten Algorithmen der Informationsvisualisierung in JavaScript zu implementieren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Algorithmen kontinuierlicher Systeme 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Aufbaumodul, Wahlpflichtbereich Informatik) - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit Multiple Choice (90 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur mit Multiple Choice 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon:</p> <p>Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Robert Spence: Information Visualization: Design for Interaction - Stuart K. Card, Jock Mackinlay, Ben Shneiderman: Readings in Information Visualization – Using Vision to Think - Benjamin B. Bederson, Ben Shneiderman: The Craft of Information Visualization – Readings and Reflections 	

1	Modulbezeichnung	Knowledge Discovery in Databases and Transaction Systems	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Transaktionssysteme / Transaction Systems (V) Knowledge Discovery in Databases (V)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Richard Lenz	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Richard Lenz	
5	Inhalt	<p>Transaction Systems: Transactions are the core mechanism to guarantee database consistency in the presence of failures. The lecture introduces the cornerstones of the Transaction Concept and related techniques and system architectures. Topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconstructing the Transaction Model - Advanced Transaction Models - Queued transaction processing - Implementing the ACID properties of transactions: Concurrency control, logging and recovery - TP Monitors: TRPC, Architecture of TP Monitor, Transaction Manager <p>This course generalizes the transaction concept from its traditional database system domain to the broader context of client-server computing. The course begins by defining basic terminology and concepts. The role of a transaction processing system in application design, implementation, and operation is covered. Subsequent lectures cover the theory and practice of implementing locking, logging, and the more generic topic of implementing transactional resource managers.</p> <p>Knowledge Discovery in Databases</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Know Your Data 3. Data Preprocessing 4. Data Warehousing and On-Line Analytical Processing 5. Data Cube Technology 6. Mining Frequent Patterns, Associations and Correlations: Basic Concepts and Methods 7. Advanced Frequent Pattern Mining 8. Classification: Basic Concepts 9. Classification: Advanced Methods 10. Cluster Analysis: Basic Concepts and Methods 11. Cluster Analysis: Advanced Methods 12. Outlier Detection 13. Trends and Research Frontiers in Data Mining 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>The students will learn about:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the particular challenges of data mining on large sets of data - the technologies available for data analysis - systems offering these technologies - the process of data mining - applications 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Es wird empfohlen, folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konzeptionelle Modellierung; - Implementierung von Datenbanksystemen 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Aufbaumodul, Wahlpflichtbereich Informatik) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 60 Min. oder mündliche Prüfung 30 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% oder mündliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon:</p> <p>Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	
16	Literaturhinweise	<p>Transaction Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gray and Reuter: Transaction Processing: Concepts and Techniques, Bernstein, Newcomer: Principles of Transaction Processing - BERNSTEIN, P. A. ; NEWCOMER, E.: Principles of Transaction Processing. Morgan Kaufmann, 1997 <p>Knowledge Discovery in Databases</p> <ul style="list-style-type: none"> - Han, Jiawei ; Kamber, Micheline ; Pei, Jian: Data Mining: Concepts and Techniques. 3rd ed. Waltham, MA : Morgan Kaufmann, 2012 (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems). - ISBN 978-0-12-381479-1 (copies are available in the TNZB) - Du, Hongbo: Data Mining Techniques and Applications. Andover, UK : Cengage Learning, 2010 	

		- Witten, Ian H. ; Frank, Eibe ; Hall, Mark A.: Data Mining. Practical Machine Learning Tools and Techniques. 3rd ed. Burlington, MA : Morgan Kaufmann, 2011 (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems). - ISBN 978-0-12-3748569-0
--	--	---

1	Modulbezeichnung	Grundlagen der Logik in der Informatik (Logic in Computer Science)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Grundlagen der Logik in der Informatik (V) Übungen zu Grundlagen der Logik in der Informatik (Ü) Intensivübung zu Grundlagen der Logik in der Informatik (Ü)	2 SWS 2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Lutz Schröder	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	Inhalt	Aussagenlogik: - Syntax und Semantik - Automatisches Schließen: Resolution - Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit Prädikatenlogik erster Stufe: - Syntax und Semantik - Automatisches Schließen: Unifikation, Resolution - Quantorenelimination - Anwendung automatischer Beweiser - Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit	
6	Lernziele und Kompetenzen	- Erwerb fundierter Kenntnisse zu den Grundlagen und der praktischen Relevanz der Logik mit besonderer Berücksichtigung der Informatik; - Verstehen und Erklären des logischen Schließens; - Einübung in das logische und wissenschaftliche Argumentieren, Aufstellen von Behauptungen und Begründungen; - Kritische Reflexion von Logikkalkülen, insbesondere hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität, Korrektheit und Vollständigkeit; - Erstellung und Beurteilung von Problemspezifikationen (Kohärenz, Widerspruchsfreiheit) und ihre Umsetzung in Logikprogramme - Beherrschung der praktischen Aspekte der Logikprogrammierung. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden - geben Definitionen zur Syntax und Semantik der verwendeten Logiken wieder - beschreiben grundlegende Deduktionsalgorithmen - geben Regeln der verwendeten formalen Deduktionssysteme wieder Verstehen Die Studierenden - erläutern das Verhältnis zwischen Syntax, Semantik und Beweistheorie der verwendeten Logiken - erklären die Funktionsprinzipien grundlegender Deduktionsalgorithmen - erläutern die Funktionsweise automatischer Beweise - erläutern grundlegende Resultate der Metatheorie der verwendeten Logiken und deren Bedeutung Anwenden Die Studierenden - wenden Deduktionsalgorithmen auf konkrete Deduktionsprobleme an - formalisieren Anwendungsprobleme in logischer Form und verwenden automatische Beweiser zur Erledigung entstehender Beweisziele - führen einfache formale Beweise manuell Analysieren - Die Studierenden führen einfache metatheoretische Beweise, insbesondere durch syntaktische Induktion Lern- bzw. Methodenkompetenz - Die Studierenden beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen. Sozialkompetenz - Die Studierenden lösen abstrakte Probleme in Gruppenarbeit.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in - B. Sc. Informatik Wahlpflichtmodul in - B. Sc. Data Science (Aufbaumodul, Wahlpflichtbereich Informatik)	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 90 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	

11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Intensivübung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 60 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Schönig, U.: Logik für Informatiker. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2000 - Barwise, J., and Etchemendy, J.: Language, Proof and Logic; CSLI, 2000. - Huth, M., and Ryan, M.: Logic in Computer Science; Cambridge University Press, 2000.

Wahlpflichtbereich Mathematik für Data Sciences (B16)

Modulkatalog Wahlpflichtbereich Mathematik

1	Modulbezeichnung	Lineare und nichtlineare Systeme (Querschnittsmodul) (Linear and Nonlinear Systems)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Lineare und nichtlineare Systeme (V) Übungen zu Lineare und nichtlineare Systeme (Ü) Tafelübung zu Lineare und nichtlineare Systeme (Ü)	4 SWS 2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Dr. Dieter Weninger, Prof. Dr. Alexander Martin	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Alexander Martin	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Gleichungs-/Ungleichungssysteme - Alternativsätze - Iterationsverfahren - Grundbegriffe der Optimierung - Auszüge aus der Graphentheorie - Einführung in Variationsungleichungen und Komplementaritätsprobleme - Einblicke in die Steuerung von Differentialgleichungssystemen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erkennen und analysieren selbstständig lineare und nichtlineare Systeme bzw. Optimierungsprobleme - erläutern verschiedene algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an - stellen Verknüpfungen zwischen algebraischem und analytischem Wissen her 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <p>Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II sowie Lineare Algebra I und II / Grundkenntnisse aus den Modulen Mathematik für Data Sciences 1 und 2</p>	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Wahlpflichtbereich Mathematik) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (20 min) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Mündliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300h davon:</p> <p>Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15h Eigenstudium: 195 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zu diesem Modul (Skript wird auf StudOn bereitgestellt) - Borgwardt: Optimierung, Operations Research, Spieltheorie - Diestel: Graphentheorie - Cook et al.: Combinatorial Optimization - Lovász, Plummer: Matching Theory - Geiger, Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben 	

1	Modulbezeichnung	Introduction to Statistics and Statistical Programming	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Introduction to Statistics and Statistical Programming (V) 2 SWS Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (Ü) 1 SWS Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (T) 1 SWS Problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (Ü) 1 SWS	
3	Lehrende	Prof. Christoph Richard	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Christoph Richard	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Statistik-Software R und elementares Programmieren - Beschreibende Statistik: Visualisierung und Kenngrößen kategoriieller und metrischer Daten, qq-Plots, Kurvenanpassung, log- und loglog- Plots, robuste Verfahren - Schließende Statistik: Schätz- und Testverfahren: parametrische Tests, ausgewählte nichtparametrische Tests, exakte und asymptotische Konfidenzintervalle - Simulation: Zufallszahlen, Monte-Carlo 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> - die grundlegenden Verfahren der beschreibenden und schließenden Statistik beschreiben und erläutern; - in einer Gruppe ihren Lösungsvorschlag für ein nicht triviales statistisches Problem angemessen erklären und alternative Lösungsvorschläge kritisch vergleichen; - statistische Standard-Auswertungen innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens mit dem Computer bearbeiten und dessen Ausgaben richtig interpretieren; - einfache statistische Simulationen durchführen; - zu einem Datensatz angemessene Fragen formulieren, adäquate statistische Verfahren zur Beantwortung dieser Fragen wählen und solche Verfahren am Computer umsetzen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen wird die Teilnahme am Modul Stochastische Modellbildung im gleichen oder in einem vorherigen Semester.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Bachelor Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Wahlpflichtbereich Mathematik) - B. Sc. Mathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15h Rechnerübung: 1 SWS x 15 = 15h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zu diesem Modul - Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 - www.cran.r-project.org 	

1	Modulbezeichnung	Diskretisierung und numerische Optimierung (Discretization and Numerical Optimization)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Diskretisierung und numerische Optimierung (V) Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Burger	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Günter Leugering	
5	Inhalt	<p>Teil 1: Diskretisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen: - explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation - asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz - Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite - Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität - Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen - Einführung in Finite-Element-Verfahren <p>Teil 2: Unrestringierte Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abstiegsverfahren - CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton) - Quadratische Optimierungsprobleme - Penalty- und Barriereverfahren 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschrieben werden können oder von unrestringierten endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese; - urteilen über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; - setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; - erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite- Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben - übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: Die Module Analysis, Lineare Algebra, Programmierung und Einführung Numerik.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Wahlpflichtbereich Mathematik) - B. Sc. Mathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - P. Deuffhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002 - J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005 - K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995 - A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002 - Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst 	

Wahlpflichtbereich Informatik für Data Sciences (B17)

Modulkatalog Wahlpflichtbereich Informatik

1	Modulbezeichnung	Berechenbarkeit und Formale Sprachen (Theory of Computation and Formal Languages)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Berechenbarkeit und Formale Sprachen (V) Übungen zu Berechenbarkeit und Formale Sprachen (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Rolf Wanka	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Churchsche These und unentscheidbare Probleme - NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem - Endliche Automaten - Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie - Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen - Kellerautomaten 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erwerben fundierte Kenntnisse über die Grenzen der Berechenbaren, insbesondere lernen sie, wie man beweist, dass bestimmte Aufgaben unlösbar sind bzw. dass sie vermutlich nicht schnell gelöst werden können; - lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann; - erwerben fundierte Kenntnisse in den Beweis- und Analyse-Methoden der algorithmisch orientierten Theoretischen Informatik 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Bachelor Informatik Wahlpflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Wahlpflichtbereich Informatik) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 225h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 135 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - I. Wegener. Theoretische Informatik. Teubner - J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation 	

1	Modulbezeichnung	Algorithmik kontinuierlicher Systeme (Algorithms and data structures for processing continuous data)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Algorithmik kontinuierlicher Systeme (V) Übung zu Algorithmik kontinuierlicher Systeme mit Rechnerübung zu Algorithmik kontinuierlicher Systeme (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ulrich Rüde	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrich Rüde	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen kont. Datenstrukturen (Gleitpunktzahlen, Rundungsfehleranalyse und Kondition, Diskretisierung und Quantisierung, Abtasttheorem, FFT) - Algorithmische Lineare Algebra (direkte und iterative Verfahren für lin. Gleichungssysteme, Ausgleichsprobleme) - Datenstrukturen für geometrische Objekte, Interpolation, Approximation, Grundlagen geometrischer Modellierung, Volumen- und Flächenberechnung. - Kontinuierliche und diskrete Optimierung, nichtlineare Probleme. - Grundlagen der Simulation: Algorithmen zur Lösung von Differentialgleichungen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Datenstrukturen und Algorithmen zur Behandlung kontinuierlicher Probleme. Die erworbenen Kompetenzen sind sowohl theoretische-analytischer Art (Analyse von Komplexität, Konvergenz, Fehlerentwicklung) als auch von praktischer Natur (Implementierung der Algorithmen in einer objekt-orientierten Programmiersprache). Die Studierenden planen und bearbeiten kleine Programmierprojekte so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden. Sie erwerben damit insbesondere die Grundlagen, die für ein vertieftes Studium in den Bereichen Systemsimulation, Mustererkennung, Graphischer Datenverarbeitung unabdingbar sind.</p> <p>Fachkompetenz Wissen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - geben die Definition von Gleitpunktzahlen wieder - reproduzieren Formel zur Berechnung von Flächen und Volumina <p>Verstehen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären die Kondition Problemen - veranschaulichen Methoden der Freiformflächenmodellierung - erläutern das Abtasttheorem und die Fouriertransformation <p>Anwenden Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - implementieren Algorithmen zur Lösung von linearen Gleichungssystemen - lösen Interpolation- und Approximationsaufgaben - berechnen iterativ Lösungen von nichtlinearen Gleichungen <p>Analysieren Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - klassifizieren Optimierungsprobleme - erforschen lineare Ausgleichsprobleme <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden beherrschen Analyse und Lösung kontinuierlicher Probleme durch Diskretisierung, Implementierung und Rekonstruktion.</p> <p>Sozialkompetenz Die Studierenden lösen Aufgaben der Algorithmen kontinuierliches Problem in Gruppenarbeit</p>	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen, folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: Algorithmen und Datenstrukturen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: - B. Sc. Bachelor Informatik Wahlpflichtmodul in - B. Sc. Data Sciences (Wahlpflichtbereich Informatik)	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 225h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30h Eigenstudium: 135 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

Vertiefungsbereich Mathematik (B18)

Modulkatalog Mathematische Statistische Datenanalyse (MSD)

1	Modulbezeichnung	Analysis III (Calculus III)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Analysis III Übungen zur Analysis III Tafelübungen zur Analysis III	4 SWS 2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@mi.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Duzaar duzaar@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Äußere Maße, Maße, Sigma-Algebren, Lebesgue-Maß - Messbare Mengen, messbare Funktionen - Integral nach einem Maß, Konvergenzsätze, L^p-Räume - Produktmaße, Satz von Fubini - Transformationsformel für das Lebesgue-Maß - Hausdorff-Maß und Flächenformel - Kurvenintegrale, Differentialformen, Vektorfelder - Satz von Stokes für Differentialformen - Integralsätze von Gauß und Stokes - Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen und erklären die Grundbegriffe der Maß- und Integrationstheorie und verwenden die Grundprinzipien; - definieren die wichtigsten Begriffe der Maß- und Integrationstheorie (u.a. Maß, Sigma-Algebra, Lebesgue-Integral, Produktmaß, absolute Stetigkeit) und erkennen und erklären die Zusammenhänge zwischen ihnen; - wenden zentrale Sätze der Maß- und Integrationstheorie sowohl in konkreten Beispielen (z.B. Volumenberechnungen) als auch in Beweissituationen korrekt an; - erkennen und benennen die Unterschiede zwischen Riemann- und Lebesgue-Integral; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Module Analysis I, II und Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Mathematik (Grundlagenmodul) - B. Sc. Technomathematik (Grundlagenmodul) - B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Grundlagenmodul) <p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MSD, MTG)) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Min) und Übungsleistungen (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300h davon:</p> <p>Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15 h Selbststudium: 195 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - J. Elstrodt: Maß- und Integrationstheorie; Springer - W. Rudin: Analysis; Oldenbourg - L.C. Evans, R.F. Gariepy: Measure Theory and fine properties of unctions; CRC Press - O. Forster: Analysis III; Springer 	

1	Modulbezeichnung	Risk Data Analytics und Machine Learning	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Risk Data Analytics und Machine Learning (V) Übung zu Risk Data Analytics und Machine Learning (Ü)	1 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Stummer	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Stummer	
5	Inhalt	Aktuelle grundlegende Verfahren der Risikoanalyse und des Maschinellen Lernens, die zur Modellierung von modernen unsicherheitsbehafteten Fragestellungen angewendet werden können. Die aktualisierten definitiven Inhalte werden zeitnah veröffentlicht. Die Präsentation der Modulinhalte erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erlernen und verwenden diverse vielseitig nutzbare, nichtautomatisierte und automatisierte Methoden zur Quantifizierung von Unsicherheiten und setzen diese zur Lösung von zeitgemäßen Problemstellungen (z.B. aus der Finanzwirtschaft, Versicherungswirtschaft, etc.) eigenständig ein; - sammeln und bewerten relevante quantitative unsicherheitsbehaftete Informationen und erkennen entsprechende komplexe Zusammenhänge, welche sie für einschlägige risikobezogene Entscheidungsprozesse nutzen; - klassifizieren Probleme und lösen diese selbständig - auf fortgeschrittene Art und Weise – analytisch. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Module Analysis I, II und Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) - Stochastische Modellbildung; - Analysis III 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MSD)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (20 Min.) oder schriftliche Klausur (60 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung/schriftliche Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 1 SWS x 15 = 15 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Selbststudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Es gibt ein eigenes Vorlesungsmanuskript, das über die elektronische Lehrplattform StudOn bereitgestellt wird.	

1	Modulbezeichnung	Mathematische Bild- und Datenanalyse (Mathematical Image and Data Analysis)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Seminar Mathematische Bild- und Datenanalyse (S)	2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Burger	
4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Das Bachelor-Seminar dient als methodische und arbeitstechnische Vorbereitung für die anschließend abzulegende Bachelorarbeit. - Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Lehrende/Innen bekannt gegeben. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik; - analysieren Fragestellungen und Probleme aus dem gewählten Teilgebiet der Mathematik und lösen diese mit wissenschaftlichen Methoden; - verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; - tauschen sich untereinander und mit den Lehrende über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Erfolgreich abgeschlossene Module der GOP sind empfohlen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MSD)) - B. Sc. Mathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Referat (90 min.)	
11	Berechnung Modulnote	Referat 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h Selbststudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Lehrende bekannt gegeben.	

Modulkatalog Datenorientierte Optimierung (DO)

1	Modulbezeichnung	Nichtlineare Optimierung (Nonlinear Optimization)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Nichtlineare Optimierung (V) Übungen zu Nichtlinearer Optimierung (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Stingl	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Stingl	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden) - Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung; - modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren; - sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Module Analysis I, II und Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) <p>Hilfreich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lineare und Kombinatorische Optimierung - Numerische Mathematik 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MSD)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Technomathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 210 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999 - Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002 - W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg, 2002 - F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004 - M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming – Theory and Algorithms; Wiley, New York, 1993 	

1	Modulbezeichnung	Robuste Optimierung 1 (Robust Optimization 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Robuste Optimierung 1 (V) Übung Robuste Optimierung 1 (Ü)	2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof: Dr. Frauke Liers	
4	Modulverantwortliche/r	Prof: Dr. Frauke Liers	
5	Inhalt	<p>Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind.</p> <p>Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung.</p> <p>Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte, wie z.B. die „wiederherstellbare Robustheit“ gelehrt.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese; - nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Module Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) <p>Hilfreich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modul Kombinatorische Optimierung 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MSD)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (15 min.)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 105 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zu diesem Modul - Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization. Princeton University Press 2009. 	

1	Modulbezeichnung	NALIP: Numerical Aspects of Linear and Integer Programming	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Lecture Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (V) Practical Numerical Aspects of Linear and Integer (Ü)	2 SWS 0,5 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. A. Martin	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. A. Martin	
5	Inhalt	Revised Simplex (with bounds) Simplex Phase I Dual Simplex LP Presolve/Postsolve Scaling MIP Solution Techniques	
6	Lernziele und Kompetenzen	Students - are able to explain and use methods and numerical approaches for solving linear - and mixed-integer programs in practice	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: - Knowledge in linear algebra and combinatorial optimization is recommended.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (DO)) - M. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (DO)) - M. Sc. Mathematik - M. Sc. Wirtschaftsmathematik - M. Sc. Computation and Applied Mathematics	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	oral exam (15 minutes)	
11	Berechnung Modulnote	oral exam (15 minutes)	
12	Turnus des Angebots	Summer semester (not annually) To check whether the course is offered, see UnivIS univis.fau.de or module handbook of current semester	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 0,5 SWS x 15 = 7,5 h Eigenstudium: 112,5 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	English	
16	Literaturhinweise	- V. Chvátal: Linear Programming, W. H. Freeman and Company, New York, 1983 - L.A. Wolsey: Integer Programming, John Wiley and Sons, Inc., 1998	

Modulkatalog Mathematische Theorie/Grundlagen des Data Sciences (MTG)

1	Modulbezeichnung	Analysis III (Calculus III)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Analysis III Übungen zur Analysis III Tafelübungen zur Analysis III	4 SWS 2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Knauf knauf@mi.uni-erlangen.de	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Frank Duzaar duzaar@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Äußere Maße, Maße, Sigma-Algebren, Lebesgue-Maß - Messbare Mengen, messbare Funktionen - Integral nach einem Maß, Konvergenzsätze, L^p-Räume - Produktmaße, Satz von Fubini - Transformationsformel für das Lebesgue-Maß - Hausdorff-Maß und Flächenformel - Kurvenintegrale, Differentialformen, Vektorfelder - Satz von Stokes für Differentialformen - Integralsätze von Gauß und Stokes - Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen und erklären die Grundbegriffe der Maß- und Integrationstheorie und verwenden die Grundprinzipien; - definieren die wichtigsten Begriffe der Maß- und Integrationstheorie (u.a. Maß, Sigma-Algebra, Lebesgue-Integral, - Produktmaß, absolute Stetigkeit) und erkennen und erklären die Zusammenhänge zwischen ihnen; - wenden zentrale Sätze der Maß- und Integrationstheorie sowohl in konkreten Beispielen (z.B. Volumenberechnungen) als auch in Beweissituationen korrekt an; - erkennen und benennen die Unterschiede zwischen Riemann und Lebesgue-Integral; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Module Analysis I, II und Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Mathematik (Grundlagenmodul) - B. Sc. Technomathematik (Grundlagenmodul) - B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Grundlagenmodul) <p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MSD, MTG)) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<ul style="list-style-type: none"> - Klausur (120 Min) und Übungsleistungen (unbenotet) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Tafelübung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 195 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - J. Elstrodt: Maß- und Integrationstheorie; Springer - W. Rudin: Analysis; Oldenbourg - L.C. Evans, R.F. Gariepy: Measure Theory and fine properties of functions; CRC Press - O. Forster: Analysis III; Springer 	

1	Modulbezeichnung	Gewöhnliche Differentialgleichungen (Ordinary Differential Equations)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Gewöhnliche Differentialgleichungen (V) Übungen zu Gewöhnliche Differentialgleichungen (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Knauf	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Knauf	
5	Inhalt	Grundlagen zu folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> - Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden - Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem - Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall) - Fortsetzung von Lösungen - lineare und gestörte lineare Systeme - autonome Systeme und Flüsse - Stabilität - Randwertprobleme 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig; - erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität; - wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an; - klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein; - überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Module Analysis I, II und Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MTG)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Technomathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskripte zu diesem Modul - H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter - V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer - H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner - W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer 	

1	Modulbezeichnung	Partielle Differentialgleichungen I (Partial Differential Equations I)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Partielle Differentialgleichungen I (V) Übungen Partielle Differentialgleichungen I (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frank Duzaar	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Günther Grün	
5	Inhalt	- schwache Existenztheorie elliptischer Gleichungen zweiter Ordnung - Regularität schwacher Lösungen (Differenzenquotientenmethode, Moser, Harnack) - Wärmeleitungsgleichung in Hölderräumen, Vergleichssätze	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden - erarbeiten sich einen Überblick über Anwendungsbereiche von PDGen - verwenden einfache explizite Lösungsmethoden - nutzen klassische und „schwache“ Zugänge zu Existenzresultaten	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: - Module Analysis I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MTG)) - B. Sc./M.Sc. Mathematik - B. Sc./M.Sc. Wirtschaftsmathematik - B. Sc. Technomathematik - M. Sc. Computation and Applied Mathematics	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotete)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	
16	Literaturhinweise	- E. DiBenedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001 - L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1997 - D. Gilbarg, N. S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983 - Vorlesungsskriptum	

1	Modulbezeichnung	Topologie (Topology)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Topologie (Querschnittmodul) (V) Übungen zu Topologie (Querschnittmodul) (ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb Prof. Dr. Catherine Meusburger	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome - Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.) - Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze) - Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume) - Anwendung auf Funktionenräume (Satz von Stone-Weierstraß, Satz von Ascoli) - Überlagerungstheorie (Fundamentalgruppen, Hochhebung von Abbildungen) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommt, an; - ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein; - erklären und verwenden wichtige Resultate, die in vielen Bereichen der Mathematik zum Handwerkzeug gehören. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: - Module Analysis I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MTG)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min.) und Übungsleistung (unbenotete)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zu diesem Modul - Bredon: Geometry and Topology - Skript auf StudOn bereitgestellt und auch unter www.studium.math.fau.de/lehveranstaltungen/skripten.html 	

1	Modulbezeichnung	Algebra (Algebra)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Algebra (V) 4 SWS Übungen zur Algebra (Ü) 2 SWS Tutorium zur Algebra (T) 1 SWS	
3	Lehrende	Prof. Dr. Catherine Meusburger	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Friedrich Knop	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen - Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale, - Irreduzibilität - Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese; - behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig; - lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Module Lineare Algebra I, II (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik (MTG)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Tutorium: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 195 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - M. Artin: Algebra - G. Fischer: Algebra - N. Jacobson: Basic Algebra I,II - S. Lang: Algebra 	

Vertiefungsbereich Informatik (B19)

Modulkatalog Datenbanken Wissensrepräsentation (DW)

1	Modulbezeichnung	Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme (Distributed Databases and Transaction Systems)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Datenbanken in Rechnernetzen (V) 2 SWS Transaktionssysteme / Transaction Systems (V) 2 SWS	
3	Lehrende	Prof. Dr. Richard Lenz	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Richard Lenz	
5	Inhalt	<p><u>Datenbanken in Rechnernetzen:</u> Rechnernetze entsprechen dem momentanen Stand der Technik; isolierte Rechnersysteme nehmen an Zahl und Bedeutung ab. Das Betreiben von Datenbanksystemen in Rechnernetzen erfordert neuartige Konzepte, die über die einer zentralisierten Datenbankverwaltung hinausgehen. In der Vorlesung werden Ansätze zur Datenbankverwaltung in verteilten Systemen vorgestellt. Verteilte Datenbanken, Parallele Datenbanken, DB-Sharing und heterogene Datenbanksysteme werden untersucht. Darüber hinaus widmet sich ein weiteres Hauptkapitel der Vorlesung der Verwendung und dem Betrieb von Datenbanksystemen im Internet.</p> <p><u>Transaktionssysteme / Transaction Systems:</u> Transactions are the core mechanism to guarantee database consistency in the presence of failures. The lecture introduces the cornerstones of the Transaction Concept and related techniques and system architectures. Topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconstructing the Transaction Model - Advanced Transaction Models - Queued transaction processing - Implementing the ACID properties of transactions: Concurrency control, logging and recovery - TP Monitors: TRPC, Architecture of TP Monitor, Transaction Manager <p>This course generalizes the transaction concept from its traditional database system domain to the broader context of client-server computing. The course begins by defining basic terminology and concepts. The role of a transaction processing system in application design, implementation, and operation is covered. Subsequent lectures cover the theory and practice of implementing locking, logging, and the more generic topic of implementing transactional resource managers.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p><u>Datenbanken in Rechnernetzen:</u> Die Studierenden verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verteilte Datenbanken, verteilte Anfrageverarbeitung verteilte Transaktionen und Nebenläufigkeitskontrolle in verteilten Systemen. - Synchrone und asynchrone Verfahren der Replikationskontrolle. - Replikation in hochskalierbaren No-SQL Systemen. - Heterogene und föderative Datenbanksysteme. - Umgang mit effizienter bedarfsorientierter Verwaltung von großen Datenmengen. - Vermittlung von Kompetenzen für skalierbare Lösungen für ein flexibles und verteiltes Datenmanagement. - Insbesondere die Erörterung der Zielsetzungen und Zielkonflikte - verteilter Datenhaltung. - Umgang mit verteilter Datenverwaltung mit den jeweiligen Anwendungsgebieten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: - Konzeptionelle Modellierung - Implementierung von Datenbanksystemen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (DW))	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (30 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und Englisch	
16	Literaturhinweise	<p>Datenbanken in Rechnernetzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - RAHM, Erhard: Mehrrechner-Datenbanksysteme : Grundlagen der verteilten und parallelen Datenbankverarbeitung. Bonn : Addison-Wesley, 1994. - ISBN 3-8319-702-8, Online-Version <p>Transaktionssysteme / Transaction Systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gray and Reuter: Transaction Processing: Concepts and Techniques, Bernstein, Newcomer: Principles of Transaction Processing - BERNSTEIN, P. A. ; NEWCOMER, E.: Principles of Transaction Processing. Morgan Kaufmann, 1997 	

		- GRAY, J.N. ; REUTER, A.: Transaction Processing : Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 1992
--	--	--

1	Modulbezeichnung	Künstliche Intelligenz I (Artificial Intelligence I)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Künstliche Intelligenz I (V) Übungen zu Künstliche Intelligenz I (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
5	Inhalt	Dieser Kurs beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit. This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p><u>Wissen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen. <p><u>Anwenden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben). <p><u>Analyse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen. <p><u>Sozialkompetenz:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <p><u>Knowledge:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - The students learn foundational representations and algorithms in AI. <p><u>Application:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks). <p><u>Analysis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better. <p><u>Social Competences:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah). 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (AI)) - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (DW)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung unbenotet	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 225h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 135 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch (nach Wahl der Studierenden)	
16	Literaturhinweise	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch <ul style="list-style-type: none"> - Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. Deutsche Ausgabe: <ul style="list-style-type: none"> - Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen]. 	

1	Modulbezeichnung	eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme (eBusiness Technologies and Evolutionary Information Systems)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	eBusiness Technologies (V) Evolutionäre Informationssysteme (V)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Richard Lenz Dr. Christoph P. Neumann Dr. Florian Irmert	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Richard Lenz	
5	Inhalt	<p><u>E-Business Technologies:</u> Überblick und Einblick in die wichtigsten Themen des Bereichs eBusiness: Von den Anwendungen bis zu den Implementierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgehen: Klassifikation, Ordnung von Techniken und Methoden; Bewertung - Einführung: eBusiness als Anwendung, Definition der Integration, B2B Integration, Realisierung von eBusiness-Anwendungen (WAA, WPA) - Architektur: Grundlagen des Webs, HTTP-/Web-/Application Server - Implementierung: Markup Languages (HTML, XML), Enterprise Java Beans, J2EE, DB-Zugriffstechniken, Web Services <p><u>Evolutionäre Informationssysteme:</u> Im Rahmen der Veranstaltung EIS lernen die Studierenden, warum und wie mit einem ständig wechselnden Bedarf in Informationssystemen umgegangen werden kann. Die Inhalte der Vorlesung sind u.A.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen rechnergestützter Informationssysteme und organisatorisches Lernen - Erfolgsfaktoren für Projekte - Software Wartung vs. Software Evolution - Architekturmodelle - Grundprinzipien evolutionärer Systeme - Datenqualität in Informationssystemen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p><u>E-Business Technologies (EBT):</u> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifizieren die wichtigsten Themen des Bereichs eBusiness, von den Anwendungen bis zu den Implementierungen - verstehen Zusammenhänge der B2B-Integration und der Realisierung von eBusiness-Anwendungen - wiederholen Grundlagen des Webs - vergleichen technische Eigenschaften von HTTP-, Web- und Application Servern - vergleichen Markup Languages (HTML, XML) - unterscheiden Ansätze zur Schema-Modellierung wie DTD und XML Schema und erkennen die unterschiedliche Leistungsfähigkeit - verstehen Methoden zur evolutionsfähigen Gestaltung von Datenstrukturen in XML - unterscheiden Vorgehen bei der Datenhaltung und verschiedene Ansätze für den Datenbankzugriff - verstehen Objekt-relationale Mapping Frameworks am Beispiel von Hibernate und JPA - verstehen Komponentenmodelle wie Enterprise JavaBeans (EJB) aus dem JEE Framework unterscheiden das EJB Komponentenmodell von den OSGi Bundles und den Spring Beans - verstehen und unterscheiden grundlegende Web Service Techniken wie SOAP und WSDL - unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten - verstehen grundlegende Eigenschaften eines Java-basierten Front-End-Frameworks am Beispiel von JSF - verstehen grundlegende Eigenschaften von Service-orientierten Architekturen (SOA) - verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung am Beispiel von Scrum - unterscheiden agile Verfahren wie Scrum von iterativ-inkrementellen Verfahren wie RUP - verstehen die Wichtigkeit von Code-Beispielen um die praktische Anwendbarkeit des theoretischen Wissens zu veranschaulichen. - können die Code-Beispiele eigenständig zur Ausführung bringen und die praktischen Erfahrungen interpretieren und bewerten - gestalten eigene Lernprozesse selbständig. - schätzen ihre eigenen Stärken und Schwächen im Hinblick auf die unterschiedlichen Architekturschichten ein (Benutzerinteraktion, Applikationslogik, Schnittstellenintegration, Datenbanksysteme) - identifizieren eine eigene Vorstellung als zukünftige Software-Architekten und können die eigene Entwicklung planen - reflektieren durch regelmäßige fachbezogene Fragen des Lehrende Ihre eigene Lösungskompetenz. <p><u>Evolutionäre Informationssysteme (EIS):</u> Die Studierenden:</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> - definieren die Begriffe "Informationssysteme", "evolutionäre Informationssysteme" und "organisatorisches Lernen" - grenzen die Begriffe "Wissen" und "Information" gegeneinander ab - charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung - erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi - nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen - nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte - erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin - unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady - unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software-Wartung - benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady - bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software - nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software - erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen - erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs" - erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR - charakterisieren die in der Vorlesung vorgestellten Architekturkonzepte - grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab - erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen - erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration - erklären den Begriff "Prozessintegration" - definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI) - unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze - erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität - unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität - erklären das Maßnahmenportfolio zur Verbesserung der Datenqualität nach Redman - benennen die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Verbesserung der Datenqualität
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Programmieren in Java - Datenbanken (SQL) - Modul Konzeptionelle Modellierung
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (DW)) - B. Sc./M. Sc. Informatik
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (30 min.)
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	E-Business Technologies: <ul style="list-style-type: none"> - Michael Merz: E-Commerce und E-Business. 2. Aufl. dpunkt Verlag, 2002 - Craig Larman: Applying UML and Patterns. 3rd ed. Prentice Hall, 2004 - Dan Pilone, Russ Miles: Head First Software Development. 1. Aufl. O'Reilly Media, 2007 - Rod Johnson: Expert One-on-one J2EE Design and Development. Wiley & Sons, 2003 - Bernd Müller: JBoss Seam. 1. Aufl. Hanser Fachbuch, 2007 - Craig Walls, Ryan Breidenbach: Spring in Action. 2. Aufl. Manning Publications, 2007

1	Modulbezeichnung	Künstliche Intelligenz II (Artificial Intelligence II)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Künstliche Intelligenz II (V) Übungen zu Künstliche Intelligenz II (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
5	Inhalt	<p>Dieser Kurs beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schliessens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und dem Sprachverstehen. Der Kurs baut auf der Vorlesung Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt diese weiter.</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding. This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it. Learning Goals and Competencies Technical, Learning, and Method Competencies</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p><u>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></p> <p><u>Wissen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen. <p><u>Anwenden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben). <p><u>Analyse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen. <p><u>Sozialkompetenz:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen. <p><u>Knowledge:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - The students learn foundational representations and algorithms in AI. <p><u>Application:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks). <p><u>Analysis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better. <p><u>Social Competences:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Students work in small groups to solve the machine learning challenge/competition. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (DW)) - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (AI)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 225h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 135 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch (nach Wahl der Studierenden)	
16	Literaturhinweise	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. - Deutsche Aus-gabe: Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Überset-zung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen] . <p>The course follows the following textbook:</p>	

		- Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.
1	Modulbezeichnung	Ontologien im Semantic Web (Ontologies for the Semantic Web)
2	Lehrveranstaltungen	Ontologien im Semantic Web (V) 2 SWS Übung Ontologien im Semantic Web (Ü) 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Lutz Schröder
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	Inhalt	- Algorithmen für Aussagenlogik - Tableauekalküle - Anfänge der (endlichen) Modelltheorie - Modal- und Beschreibungslogiken - Ontologieentwurf
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz: Wissen - Die Studierenden geben Definitionen der Syntax und Semantik verschiedener Wissensrepräsentationssprachen wieder und legen wesentliche Eigenschaften hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität und Ausdrucksstärke dar. Anwenden - Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf Beispielformeln an. Sie stellen einfache Ontologien auf und führen anhand der diskutierten Techniken Beweise elementarer logischer Metaeigenschaften. Analysieren - Die Studierenden klassifizieren Logiken nach grundlegenden Eigenschaften wie Ausdrucksstärke und Komplexität. Sie wählen für ein gegebenes Anwendungsproblem geeignete Formalismen aus. Lern- bzw. Methodenkompetenz - Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise. Sozialkompetenz - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (DW)) - B. Sc./M. Sc. Informatik
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (30 min.) Übungsleistung (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 225h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 165 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- M Krötzsch, F Simancik, I Horrocks; A description logic primer, arXiv, 2012 - F. Baader et al. (ed.): The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2003 - M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2004 - L. Libkin: Elements of Finite Model Theory, Springer, 2004

Modulkatalog Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)

1	Modulbezeichnung	Pattern Recognition	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Pattern Recognition (V) Pattern Recognition Exercises (Ü)	3 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Elmar Nöth Sebastian Käßler	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Maier	
5	Inhalt	<p>Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bayesian classifier - Logistic Regression - Naive Bayes classifier - Discriminant Analysis - norms and norm dependent linear regression - Rosenblatt's Perceptron - unconstraint and constraint optimization - Support Vector Machines (SVM) - kernel methods - Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs) - Independent Component Analysis (ICA) - Model Assessment - AdaBoost <p>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bayes-Klassifikator - Logistische Regression - Naiver Bayes-Klassifikator - Diskriminanzanalyse - Normen und normabhängige Regression - Rosenblatts Perzeptron - Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen - Support Vector Maschines (SVM) - Kernelmethode - Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs) - Analyse durch unabhängige Komponenten - Modellbewertung - AdaBoost 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster - erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren - wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsprobleme an - beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung - verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - understand the structure of machine learning systems for simple patterns - explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques - apply classification techniques in order to solve given classification tasks - evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem - understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Recommendation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus - The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful. <p>Empfehlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung - Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil. 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (AI)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (30 min.)	

11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 3 SWS x 15 = 45 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001 - Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009 - Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006

1	Modulbezeichnung	Machine Learning for Time Series	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Machine Learning for Time Series (V) Machine Learning for Time Series Exercises (Ü) Machine Learning for Time Series Project Work (P)	2 SWS 2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr. Oliver Amft	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	Inhalt	<p>Die Vorlesung vermittelt Konzepte des Maschinellen Lernens speziell im Hinblick auf Anwendungen bei Zeitreihen. Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen „IntroPR“ und/oder „Pattern Recognition“/„Pattern Analysis“ wird empfohlen. Konzepte, die in „IntroPR“ vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ein Überblick über die Anwendungsgebiete der Zeitreihenanalyse - Methodische Grundlagen des Maschinellen Lernens (ML) für die Analyse von Zeitreihen, beispielsweise Gauß-Prozesse, Monte-Carlo Sampling und Deep Learning - Design, Implementierung und Evaluation von ML Methoden, um Probleme in Zeitreihen zu adressieren - Arbeitstechniken in bekannten Toolboxes zur Implementierung von relevanten Methoden, beispielsweise Tensorflow/Keras <p>Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> - An overview of applications of time series analysis - Fundamentals of Machine learning (ML) methods, such as Gaussian processes, Monte Carlo sampling methods and deep learning, for time series analysis - Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems - Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or Keras 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - sollen ein Verständnis für Zeitreihenprobleme und deren Lösungen in Applikationsgebieten der Industrie, Medizin, dem Finanzwesen, etc. entwickeln - erlernen Konzepte des Maschinellen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung auf Zeitreihen im Besonderen - erlernen die Charakteristika von Zeitreihendaten und werden zur Entwicklung und Implementierung von ML-Methoden angeleitet, um solche Daten in konkreten Fragestellungen zu modellieren, manipulieren und vorherzusagen. <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - develop an understanding of concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc. - learn concepts of machine learning (ML) methods in general and tackling time series problems in particular - understand the characteristics of time series data and will be capable of developing and implementing ML methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pattern Analysis, - Introduction to Pattern Recognition, - Pattern Recognition 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Informatik (AI)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung 30 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100%)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 225 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Projekt: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 235 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch (nach Wahl der Studierenden)	

16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none">- Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT press, 2012- The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009- Deep Learning, Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016- Reinforcement Learning: An Introduction, Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, MIT press, 1998
-----------	--------------------------	---

Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (B18/B19)
Modulkatalog Vertiefungsbereich Simulation und Numerik (SN)

1	Modulbezeichnung	Simulation und Modellierung 1 (Simulation and Modeling 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Simulation and Modeling 1 (V) Exercises to Simulation and Modeling 1 (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Reinhard German	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Reinhard German	
5	Inhalt	<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der diskreten Ereignissimulation und beinhaltet</p> <ul style="list-style-type: none"> - diskrete Simulation - analytische Modellierung (z.B. Warteschlangen) - Eingabemodellierung (z.B. Fitting-Verfahren) - Zufallszahlenerzeugung - statistische Ausgabeanalyse - Modellierungsparadigmen (u.a. Ereignis-/Prozessorientierung, Warteschlangen, Automaten, Petri-Netze, UML, graphische Bausteine) - kontinuierliche und hybride Simulation - Simulationssoftware - Fallstudien <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Overview of the various kinds of simulation - discrete simulation (computational concepts, simulation of queuing systems, simulation in Java, professional simulation tools) - required probability concepts and statistics, modeling paradigms (e.g., event/process oriented, queuing systems, Petri nets, UML statecharts) - input modeling (selecting input probability distributions) - random number generation (linear congruential generators and variants, generating random variates) - output analysis (warm-up period detection, independent replications, result presentation) - continuous and hybrid simulation (differential equations, numerical solution, hybrid statecharts) - simulation software, case studies, parallel and distributed simulation. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erwerben Kenntnisse über Verfahren und Realisierungsmöglichkeiten der diskreten Simulation mit Ausblick auf andere Simulationsarten - erwerben Kenntnisse über statistische Aspekte der Simulation, die für die Anwendung wichtig sind - wenden statistische Methoden zur Analyse und Bewertung von Eingabe- sowie Ausgabedaten an - erwerben praktische Erfahrung mit kommerziellen Simulationswerkzeugen - erwerben Erfahrungen bei der Simulation in verschiedenen Anwendungsbereichen (u.a. Rechnernetze, Fertigungssysteme, Materialflusssysteme) - entwickeln eigenständig anhand von Beispielaufgaben Simulationsmodelle unter Verwendung verschiedener Modellierungsparadigmen - können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten <p>Learning targets and competences:</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> - gain knowledge about methods and realization possibilities of discrete simulation with an outlook on other types of simulation - gain knowledge of statistical aspects of simulation that are important for practice - apply statistical methods for analysis and evaluation of input and output data - gain hands-on experience with commercial simulation tools - gain experience in simulation in various fields of application (including computer networks, manufacturing systems, material flow systems) - independently develop simulation models on the basis of sample tasks using different modeling paradigms - can work in groups cooperatively and responsibly 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfehlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - elementare Programmierkenntnisse (vorzugsweise in Java) - Mathematikkenntnisse in Analysis 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc./M. Sc. Data Sciences (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.) bei weniger als 20 Teilnehmern und Übungsleistung (unbenotet)	

11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Averill Law: Simulation, Modeling and Analysis, 5th Edition, McGraw-Hill, 2014. - J. Banks, J. Carson, B. Nelson, D. Nicol: Discrete-Event System Simulation, 5th Edition, Prentice Hall, 2009. - J. Banks: Getting started with AutoMod, 2nd Edition, Autosimulations Inc., 2000.

1	Modulbezeichnung	Simulation und wissenschaftliches Rechnen 1 (Simulation and Scientific Computing 1)	7,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (V) Übungen zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (Ü) Tutorium zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (T)	2 SWS 2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Pflaum	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Pflaum	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Performance Optimierung für numerische Algorithmen - OpenMP Parallelisierung - Finite Differenzen Diskretisierung im Ort - Praktische Abschätzung des Diskretisierungsfehlers und der Konvergenzgeschwindigkeit numerischer Verfahren - Software Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens - MPI Parallelisierung - Finite Differenzen Diskretisierung für zeitabhängige Probleme 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - lernen Techniken zur Optimierung von Algorithmen im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens - lernen selbständig Algorithmen auf Parallelrechnern zu implementieren und zu optimieren - lernen theoretisch die Stabilität von numerischen Algorithmen zu untersuchen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Modul im Bereich Numerik 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc./M. Sc. Data Science (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc./M. Sc. Informatik - B. Sc./M. Sc. Computational Engineering 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 90 Min. und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 225 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Tutorium: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 235 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch und Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Lehrbuch: G. Hager und G. Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, CRC Press, 2010. - Lehrbuch: Goedecker und Adofly Hoisie. Performance Optimization of Numerically Intensive Codes, SIAM, 2001. - Lehrbuch: Gropp, Lusk, Skjellum, Using MPI. The MIT Press, 1999. - Lehrbuch: Alexandrescu, Modern C++ Design, Generic Programming and Design Patterns. Addison-Wesley, 2001. - Lehrbuch: Burden, Faires, Numerical Analysis, Brooks, 2001. - Lehrbuch: Chandra et al., Programming in OpenMP, Academic Press, 2001. 	

1	Modulbezeichnung	Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (MOSES) (Modeling, Optimization and Simulation of Energy Systems)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (V) 2 SWS Übungen zu Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesys. (Ü) 2 SWS	
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner	
5	Inhalt	<p>In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht.</p> <p>Übersicht der Vorlesungsinhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Energiewirtschaft und Systemtechnik - Systemtechnische Methoden der Energieplanung <ul style="list-style-type: none"> - Datenanalyse (Regressionsanalysen, Clusteranalyse, Zeitreihenanalyse) - Mathematische Optimierung (Lineare Programmierung, Gemischt-ganzzahlige lineare Programmierung, dynamische Optimierung) - Simulation (Diskrete Ereignissimulation, System Dynamics, agentenbasierte Simulation) - Input-Output-Analyse, Gleichgewichtsmodelle - Behandlung von Unsicherheiten - Energiemodelle <ul style="list-style-type: none"> - Energienachfragemodelle - Kraftwerkseinsatzmodelle - Kraftwerksausbaumodelle - Modelle für Energieversorgungsmodelle <p>Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und IpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind, - erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich, - analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um, - erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc./M. Sc. Data Science (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftliche Klausur (90 Minuten) oder mündl. Prüfung (30 Min. bei weniger als 30 Teilnehmern) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% oder mündliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskript wird ausgegeben	

1	Modulbezeichnung	Numerik partieller Differentialgleichungen (Numerics of Partial Differential Equations)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Numerik partieller Differentialgleichungen (V) Übungen zur Numerik partieller Differentialgleichungen (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Knabner	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Florian Frank	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Klassische Theorie linearer elliptischer Randwertaufgaben (RWA) (Abriss) - Finite-Differenzen-Methode (FDM) für Poisson-Gleichung in 2 Dimensionen (bis zu Stabilität über Inversmonotonie) - Finite-Element-Methode (FEM) für Poisson-Gleichung in 2 Dimensionen (Stabilität und Konvergenz, Beispiel lineare Elemente, Implementierung) - Variationelle Theorie linearer elliptischer RWA (Abriss) - FEM für lineare elliptische Randwertaufgaben (2. Ordnung) (Elementtypen, affin-äquivalente Triangulierungen, Konvergenzordnungsabschätzungen, Maximumprinzip) - Iterative Verfahren für große dünnbesetzte Gleichungssysteme (Kondition von Finite-Element-Matrizen, linear stationäre Verfahren (Erinnerung), CG-Verfahren (Erinnerung), Vorkonditionierung, Krylov-Unterraummethoden) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verwenden algorithmische Zugänge für Modelle mit partiellen Differentialgleichungen und erklären und bewerten diese - urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; - setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; - erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum mit dem Schwerpunkt konforme Finite-Element-Verfahren für lineare elliptische Probleme; - sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Einführung Numerik, - Diskretisierung und Optimierung 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc./M. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 210 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - P. Knabner and L. Angermann: Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations; Springer, New York, 2003 - S. Larsson and V. Thomée: Partial Differential Equations with Numerical Methods; Springer, Berlin, 2005 - D. Braess: Finite Elemente; Springer, Berlin, 2003 - Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst 	

1	Modulbezeichnung	Diskretisierung und numerische Optimierung (aus Bachelorseminar) (Discretization and Numerical Optimization)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Seminar Diskretisierung und numerische Optimierung (S)	2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Florian Frank	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	Inhalt	- Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Lehrende/innen bekannt gegeben.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden - erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik; - verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; - tauschen sich untereinander und mit den Lehrende über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	- Erfolgreicher Abschluss der Module der GOP sind empfohlen	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Science (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Referat 90 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Referat (100 %)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	- Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Lehrende bekannt gegeben.	

1	Modulbezeichnung	Mathematische Modellierung Theorie (Mathematical Modelling Theory)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung zur Mathematischen Modellierung Theorie (V) Übungen zur Mathematischen Modellierung Theorie (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr. Nadja Ray	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen - Modelle in Form von linearen Gleichungssystemen (elektrische Netzwerke, Stabwerke, Zusammenhang zu Minimierungsaufgaben), nicht-linearen Gleichungssystemen (chemisches Gleichgewicht in reaktiven Mehrspeziessystemen), Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen (chemische Reaktionen, Populationsmodelle) 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien; - erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig; - lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie - Module Analysis und Lineare Algebra (Alternativ Mathematik für Data Sciences 1 und 2) - Modul Numerische Mathematik, - Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Technomathematik <p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science (Vertiefungsbereich Mathematik und Informatik (SN)) - B. Sc. Mathematik - B. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (15 Min)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung (100 %)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon:</p> <p>Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner "Mathematische Modellierung". Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin 2011 - F. Hauser, Y. Luchko, "Mathematische Modellierung mit MATLAB". Spektrum Akademischer Verlag 2011 - G. Strang "Introduction to Applied Mathematics". Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986 	

Anwendungsfächer (B20)

Modulkatalog Anwendungsfach Physik

1	Modulbezeichnung	Einführung in die Astronomie (Introduction to Astronomy)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Einführung in die Astronomie 1 (V) Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (Ü)	2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ulrich Heber, Prof. Dr. Jörn Wilms	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ulrich Heber, Prof. Dr. Jörn Wilms	
5	Inhalt	<p>Das Modul gibt eine Beschreibung der wesentlichen Bestandteile des Universums und der naturwissenschaftlichen Methoden, die es uns erlauben, ihre Entfernungen, Größenskalen, Massen und physikalische Natur zu verstehen.</p> <p>Im Einzelnen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschichtlicher Hintergrund der Astronomie - Sonnensystem: Planetenbewegung und Keplersche Gesetze, Eigenschaften der Planeten und der kleinen Objekte im Sonnensystem (Auswahl aus: innerer Aufbau der Planeten, planetare Oberflächen, Atmosphären, Ringe), extrasolare Planeten. - Sterne: Entfernungen, Temperaturen, Spektren, Massen, Hertzsprung-Russell-Diagramm, innerer Aufbau, Entstehung und Entwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Doppelsterne. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - berichten über die wichtigsten Bestandteile des Universums und ihrer Entwicklung. - erläutern Methoden zur Messung der Entfernungen von Sternen und Galaxien und wenden diese auf Messungen an. - bestimmen aus Messdaten Massen und Temperaturen astronomischer Objekte. - führen einfache astronomische Messungen selbst durch und werten die Ergebnisse aus. - beschreiben die in der Astronomie notwendige Extrapolation von Ergebnissen von Labormessungen auf astronomische Skalen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 60 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, Fundamental Astronomy, Springer, 2003 - M. Kutner, Astronomy: A Physical Perspective, Cambridge Univ. Press, 2003 	

1	Modulbezeichnung	Astronomie (Astronomy)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Einführung in die Astronomie 1 (V) 2 SWS Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (Ü) 1 SWS Einführung in die Astronomie 2 (V) 2 SWS Übung zur Einführung in die Astronomie 2 (Ü) 1 SWS Astronomisches Praktikum (P) 8 SWS	
3	Lehrende	Prof. Dr. Ulrich Heber, Prof. Dr. Jörn Wilms, Prof. Dr. Manami Sasaki	
4	Modulverantwortliche/r	Ulrich Heber, Jörn Wilms, Manami Sasaki	
5	Inhalt	<p>Das Modul gibt eine Beschreibung der wesentlichen Bestandteile des Universums und der naturwissenschaftlichen Methoden, die es uns erlauben, ihre Entfernungen, Größenskalen, Massen und physikalische Natur zu verstehen.</p> <p>Im Einzelnen werden behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschichtlicher Hintergrund der Astronomie - Sonnensystem: Planetenbewegung und Keplersche Gesetze, Eigenschaften der Planeten und der kleinen Objekte im Sonnensystem (Auswahl aus: innerer Aufbau der Planeten, planetare Oberflächen, Atmosphären, Ringe), extrasolare Planeten. - Sterne: Entfernungen, Temperaturen, Spektren, Massen, Hertzsprung-Russell-Diagramm, innerer Aufbau, Entstehung und Entwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Doppelsterne. - Milchstraße und andere Galaxien: Aufbau und Entwicklung, Klassifikation, kosmischer Materiekreislauf, Galaxienhaufen, ausgewählte Methoden der Entfernungsbestimmung. - Das Universum: Entstehung, Hubblesches Gesetz, 3K Hintergrundstrahlung, Entwicklung des Universums. - Astronomische Messmethoden: Aufbau und Benutzung astronomischer Teleskope, Spektroskopie, Detektoren 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - berichten über die wichtigsten Bestandteile des Universums und ihrer Entwicklung. - erläutern Methoden zur Messung der Entfernungen von Sternen und Galaxien und wenden diese auf Messungen an. - bestimmen aus Messdaten Massen und Temperaturen astronomischer Objekte. - führen einfache astronomische Messungen selbst durch und werten die Ergebnisse aus. - beschreiben die in der Astronomie notwendige Extrapolation von Ergebnissen von Labormessungen auf astronomische Skalen. - bedienen typische astronomische Instrumente. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	5.-6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 120 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% (mit Notenbonus durch freiwillige Zwischenprüfung)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 300 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Praktikum: 8 SWS x 15 = 120 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, Fundamental Astronomy, Springer, 2003 - M. Kutner, Astronomy: A Physical Perspective, Cambridge Univ. Press, 2003 	

1	Modulbezeichnung	Quantum Computing	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Quantum Computing (V) Übung zur Vorlesung "Quantum Computing" (Ü)	2 SWS 3 SWS
3	Lehrende	Michael J. Hartmann	
4	Modulverantwortliche/r	Michael J. Hartmann	
5	Inhalt	The course provides an introduction to quantum computing. The development of quantum hardware has progressed substantially in recent years and has now reached a level of maturity where first industrial applications are being explored. This course will introduce the fundamental ingredients of quantum algorithms, quantum bits and quantum gates, the most important hardware implementations and in particular algorithms that can run on near term hardware implementations of so called Noisy Intermediate Scale Quantum (NISQ) devices. The course will be completed with introductions to the basic concepts of error correction, which is needed in the next stage of development to fully exploit the potential of this emerging computing technology. Prerequisites: the main concepts of quantum theory, including quantum states, the Schrödinger equation, unitary evolution and measurements.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Students - explain the relevant topics of the lecture - apply the methods to specific examples	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc./M.Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 90 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 3 SWS x 15 = 45 h Eigenstudium: 75 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - The course will present all the relevant material. Useful additional reading contains - "Quantum Computation and Quantum Information" by Nielsen and Chuang (Cambridge Univ. Press), - "Quantum Computing: A Gentle Introduction" by Rieffel and Polak (MIT Press) - lecture notes by John Preskill available at http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/ - lecture notes by Ronald de Wolf available at https://homepages.cwi.nl/~rdewolf/qc19.html . 	

1	Modulbezeichnung	Experimentalphysik 1 für Mathematikstudierende (Experimental Physics 1 for Students of Mathematics (Minor Theoretical Physics))	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (V) Übungen zur Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (Ü)	5 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Janina Maultzsch	
4	Modulverantwortliche/r	Janina Maultzsch	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Mechanik von Massepunkten: Kinematik, Newtonsche Dynamik, Energie- und Impulserhaltung - Bewegte Bezugssysteme - Systeme von Massenpunkten, Stöße - Mechanik starrer Körper - Mechanik von Gasen - Verformungen und Strömungen - Mechanische Schwingungen und Wellen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung mechanischer Vorgänge gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis - wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfehlung: <ul style="list-style-type: none"> - Physikkenntnisse des Gymnasiums 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc./M. Sc. Data Science 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 90 Min.	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 5 SWS x 15 = 75 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - W. Demtröder, "Experimentalphysik I: Mechanik und Wärme", Springer - Halliday, Resnick, Walker, "Physik", Wiley - R.P. Feynman, "The Feynman Lectures on Physics", Addison Wesley 	

1	Modulbezeichnung	Experimentalphysik 1+2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik (Experimental Physics 1&2: Mechanics, Thermodynamics and Electrodynamics)	15 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Experimentalphysik 1: Mechanik (V) 5 SWS Übungen zur Experimentalphysik 1: Mechanik (Ü) 2 SWS Experimentalphysik 2: Wärmelehre und Elektrodynamik (V) 5 SWS Übungen zur Experimentalphysik 2: Wärmelehre und Elektrodynamik (Ü) 2 SWS	
3	Lehrende	Janina Maultzsch	
4	Modulverantwortliche/r	Janina Maultzsch	
5	Inhalt	<p>Mechanik</p> <p>Einführendes Gebiete der Physik, Längen- und Geschwindigkeitsskalen, Abgrenzung klassische/ Quanten-/ relativistische Physik; Physikalische Größen; Messungen und Messfehler</p> <p>Mechanik eines Massenpunktes Bewegung auf Raumkurven, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Drehbewegungen, Längen- und Zeitmessung; Masse, Impuls, Impulserhaltung; Newtonsche Gesetze; Kraftfelder, Arbeit, Potential, Energie, Energiesatz, Leistung; Bewegungsgleichungen; Drehimpuls, Drehmoment</p> <p>Bewegte Bezugssysteme und spezielle Relativitätstheorie Klassisch: Inertialsysteme und Galilei-Transformation; Beschleunigte Bezugssysteme, Scheinkräfte (insb. Zentrifugal, Coriolis); Spezielle Relativitätstheorie: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und ihre Konsequenzen; Lorentz-Transformation; relativistische Phänomene (insbesondere Zeitdilatation, Längenkontraktion, Zwillingsparadoxon); Vierervektoren, Lorentz-Skalarprodukt, relativistische Energie-Impuls-Beziehung</p> <p>Systeme von Massenpunkten und Stöße Schwerpunkt, Schwerpunktbewegung, Erhaltungssätze; Stöße: Elastische/inelastische Stöße, Streuprozesse, relativistische Stöße; Gravitation und Planetenbewegungen, Keplersche Gesetze</p> <p>Dynamik starrer Körper Darstellung von Volumen und Masse als Volumenintegrale; Rotationsenergie, Drehimpuls, Trägheitsmoment; Bewegung des starren Körpers (Kinematik, Gleichgewichtslage, Abrollen); Bewegungsgleichungen (Rotation um feste Achse, freier Kreisel: Nutation, Präzession, Stabilität von Drehachsen)</p> <p>Deformierbare feste und flüssige Materialien Reibung zwischen festen Körpern; Elastische Deformationen (Hooke, Kontraktion, Scherung, Torsion, Biegung); Hydrostatik (Statischer Druck, Auftrieb); Flüssigkeitsgrenzflächen (Oberflächenspannung, Kapillarität); Strömungen (Reibungsfrei: Bernoulli; mit Reibung: Laminar (Hagen-Poiseuille), turbulent (Navier-Stokes); Aerodynamik, cw-Wert, aerodynamische Phänomene)</p> <p>Gase Kompressibilität, barometrische Höhenformel; kinetische Gastheorie (Druck, Verbindung zu absoluter Temperatur, Stoßquerschnitt, freie Weglänge); Maxwell-Verteilung</p> <p>Schwingungen und Wellen Schwingungen: Freier Oszillator, erzwungene Schwingungen, Resonanz, gekoppelte Schwingungen, Überlagerung von Schwingungen; Wellen: Beschreibung, Wellengleichung, Wellenphänomene (Reflexion, Brechung, Beugung, Überlagerung), stehende Wellen, bewegte Sender und Empfänger</p> <p>Wärmelehre</p> <p>Temperatur und Wärmemenge Wärmephänomene, Temperaturmessung; absolute Temperaturskala; innere Energie und spezifische Wärme; Schmelz- und Verdampfungswärme</p> <p>Wärmetransport Konvektion, Wärmeleitung, Strahlung</p> <p>Hauptsätze der Thermodynamik Zustandsgrößen; Zustandsänderungen und der erste Hauptsatz; Kreisprozesse, zweiter Hauptsatz; Entropie, reversible und irreversible Prozesse, dritter Hauptsatz</p> <p>Thermodynamik realer Flüssigkeiten und Gase Van-der-Waals-Zustandsgleichung; Aggregatzustände und -umwandlungen, Phasendiagramme, kritischer und Tripelpunkt</p> <p>Elektrodynamik</p> <p>Elektrostatik Elektrische Ladung; Coulomb-Gesetz; elektrostatisches Feld (Feldstärke, Fluss, 1. Maxwell, Potenzial, Spannung, Multipolentwicklung); Materie in elektrischen Feldern: Leiter, Influenz und Flächenladungen, Kondensatoren, Dielektrika; Energie des E-Feldes</p> <p>Elektrischer Strom</p>	

		<p>Ladungstransport und elektrischer Widerstand (Strom, Stromdichte, Ohm, Kirchhoffsche Regeln, Auf-/Entladen von Kondensatoren); Leitungsmechanismen, T-Abhängigkeit von Widerständen (Metalle, Halbleiter, dotierte Halbleiter, Diode, Transistor, Isolatoren, Phänomen der Supraleitung); Stromerzeugung und Strommessung (Galvanisches Element, Spannungsreihe, Brennstoffzelle, Akku, Thermoelement, Peltier-Effekt, Innenwiderstand)</p> <p>Statische Magnetfelder Magnetische Wirkungen; Magnetfelder stationärer Ströme (gerader Leiter, Spule); Ampèresches Gesetz; magnetischer Fluss, 2. Maxwell; Vektorpotenzial; Magnetfelder beliebiger Stromverteilungen, Biot-Savart, Ringstrom, Helmholtz-Spulen; Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld (Lorentz-Kraft, Fadenstrahlrohr, e/m, Hall-Effekt, Definition des Ampère); Relativität von E- und B-Feldern</p> <p>Materie in Magnetfeldern Magnetische Dipole (auch atomar); Magnetisierung und magnetische Suszeptibilität, Para-, Dia- und Ferromagnetismus (Hysterese, Curie-Temperatur), Antiferro- und Ferrimagnete; Feldgleichungen in Materie, Felder an Grenzflächen, Elektromagnet</p> <p>Zeitlich veränderliche Felder Faradaysches Induktionsgesetz; 3. Maxwell; Induktionsphänomene, Selbstinduktion; Energie des magnetischen Feldes; Verschiebungsstrom, 4. Maxwell; Wechselspannung und Wechselstrom (Wechselstromkreise, Generator, Elektromotor, Transformator)</p> <p>Elektromagnetische Schwingungen und Wellen Schwingkreise; Hertzscher Dipol (offene Schwingkreise, Dipol-Strahlungsfeld, elektromagnetische Strahlungsquellen); Elektromagnetische Wellen im Vakuum (Wellengleichung, elektromagnetisches Frequenzspektrum); Polarisation; Energie- und Impulstransport, Poynting-Vektor; elektromagnetische Wellen in Resonatoren und Hohlleitern; elektromagnetische Wellen in Materie</p>
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung mechanischer Vorgänge, der Wärmelehre und elektromagnetischen Phänomene gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis - wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5.-6. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc./M. Sc. Data Science
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 120 Min.
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100% (mit Notenbonus durch freiwillige Zwischenprüfung)
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 450 h davon: Vorlesung: 5 SWS x 15 = 75 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Vorlesung: 5 SWS x 15 = 75 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 240 h</p>
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - W. Demtröder, "Experimentalphysik I: Mechanik und Wärme", Springer - W. Demtröder, "Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik", Springer - Halliday, Resnick, Walker, "Physik", Wiley - R.P. Feynman, "The Feynman Lectures on Physics", Addison Wesley

Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen (B21)

Modulkatalog Technische und nicht-technische Schlüsselqualifikationen

1	Modulbezeichnung	Implementierung von Datenbanksystemen (Implementation of Database Systems)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Implementierung von Datenbanksystemen (V) Übungen zu Implementierung von Datenbanksystemen (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener	
5	Inhalt	<p>Die Vorlesung soll einführen in den Aufbau und die Architektur von Datenbanksystemen, die Modularisierung und Schichtenbildung mit Abstraktionen verwenden. Schwerpunkt sind deshalb systemtechnische Aspekte von Datenbanksystemen.</p> <p>Ausgangspunkt einer Reihe von aufeinander aufbauenden Abstraktionen ist die Speicherung von Daten auf Hintergrundspeichern. Die erste Abstraktion ist die Datei. Dann werden Sätze eingeführt und auf verschiedene Weisen in Blöcken organisiert (sequenziell, mit Direktzugriff, indexsequentiell). Das schließt die Organisation eines Blockpuffers und Zugriffspfade (Indexstrukturen) unterschiedlichen Typs ein. Als zweite große Abstraktion werden Datenmodelle eingeführt und hier insbesondere das relationale. Dazu gehören sowohl Strukturen als auch Anfragesprachen wie SQL.</p> <p>Der zweite Teil befasst sich mit der Realisierung der Leistungen eines Datenbanksystems unter Verwendung der vorher eingeführten Sätze und Zugriffspfade ("top-down"). Das umfasst die Anfrageverarbeitung und -optimierung, aber auch die Mechanismen zur Protokollierung von Aktionen und zur Wiederherstellung von Datenzuständen nach einem Fehler oder Ausfall. Ein Schichtenmodell fasst abschließend die Aufgaben in einer Architektur für Datenbank-Verwaltungssysteme zusammen. Ziel der Vorlesung ist es also, ein grundlegendes Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise eines Datenbanksystems zu vermitteln.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen das Schichtenmodell eines Datenbankverwaltungssystems; - verstehen das Prinzip der Datenunabhängigkeit (Datenabstraktion); - beherrschen das Aufbauprinzip einer Software-Schicht; - unterscheiden die Begriffe "Datenbank", "Datenbanksystem" und "Datenbankverwaltungssystem"; - unterscheiden die Begriffe "Datenmodell" und "Schema"; - zeigen das Konzept der blockorientierten Datei mit ihren Zugriffsoperationen auf; - unterscheiden einen Satz von einem Block; - erklären das Konzept der sequentiellen Satzdatei; - schildern das Prinzip der Wechselpuffertechnik; - charakterisieren den Schlüsselzugriff auf Sätze - stellen Gestreute Speicherung (Hashing) auf der Basis von Blöcken (Buckets) dar; - formulieren die Funktionsweise des Virtuellen Hashings; - fassen die Funktionsweise eines B-Baums zusammen; - unterscheiden die Dienste eines B-Baums von denen des Hashings; - können für eine Folge von Schlüsselwerten einen B-Baum aufbauen; - unterscheiden einen B-Baum von einem B-Stern-Baum (B+-Baum); - veranschaulichen einen Bitmap-Index; - unterscheiden die Primär- und Sekundärorganisation von Sätzen; - zählen Ersetzungsstrategien der Pufferverwaltung auf und vergleichen sie; - benennen die Dienste einer Pufferverwaltung; - erklären die Konzepte "Seite" und "Segment" im Gegensatz zu "Block" und "Datei"; - unterscheiden direkte und indirekte Seitenzuordnung; - interpretieren in Programmiersprachen eingebettete Anfragesprachen und Datenbank-Unterprogrammaufrufe; - charakterisieren Datenbank-Transaktionen; - kennen die Aufrufe zur Definition von Transaktionen; - erläutern die spaltenweise Abspeicherung von Relationen; - diskutieren die algebraische Optimierung von Anfragen; - stellen Planoperatoren eines Datenbanksystems dar; - unterscheiden Planoperatoren für den Verbund; - beschreiben Kostenformeln für die Abschätzung von Anfrageausführungen; - schildern die verschiedenen Anomalien im Mehrbenutzerbetrieb; - beschreiben die Serialisierbarkeit von Transaktionen; - erläutern das Konzept der Sperren in Datenbanksystemen; - unterscheiden physische und logische Konsistenz; - kennen die vier Recovery-Klassen; - erläutern die verschiedenen Arten von Sicherungspunkten. 	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen, folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: Konzeptionelle Modellierung
8	Einpassung in Musterstudienplan	3. Semester
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Multiple Choice (90 min.)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - KEMPER, Alfons ; EICKLER, André: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 9., aktual. u. erweit. Aufl. München : Oldenbourg, 2013. – ISBN 978-3-486-72139-3 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen] . – Kapitel 7 bis 11 - KEMPER, Alfons ; WIMMER, Martin: Übungsbuch Datenbanksysteme. 2., aktual. u. erweit. Aufl. München : Oldenbourg, 2009. – ISBN 978-3-486-59001-2 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen] . – Kapitel 7 bis 11 - HEUER, Andreas ; SAAKE, Gunter: Datenbanken : Konzepte und Sprachen. 3., aktual. u. erw. Aufl. Bonn : mitp, 2007. - ISBN 3-8266-1664-2 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen] - HÄRDER, Theo ; RAHM, Erhard: Datenbanksysteme : Konzepte und Techniken der Implementierung. Berlin : Springer, 1999 - ISBN 3-540-65040-7 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen] - SAAKE, Gunter ; HEUER, Andreas: Datenbanken : Implementierungstechniken. 2., aktual. u. erw. Aufl. Bonn : mitp, 2005. ISBN 3-8266-1438-0 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen]

1	Modulbezeichnung	Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (Foundations of Computer Architecture and Organization)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (V) Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dietmar Fey Dr. Marc Reichenbach	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dietmar Fey	
5	Inhalt	<p>Ziel der Vorlesung ist, die Grundlagen beim Aufbau eines Rechners zu vermitteln. Dies beinhaltet die Grundkomponenten, wie das Leitwerk, das Rechenwerk, das Speicherwerk und das Ein-/Ausgabewerk. Ausgehend vom klassischen von Neumann-Rechner wird der Bogen bis zu den Architekturen moderner Rechner und Prozessoren geschlagen.</p> <p>Grundprinzipien der Ablaufsteuerung bei der Bearbeitung von Befehlen werden ebenso behandelt wie Aufbau und Funktionsweise eines Cache und die Architektur von Speichern im Allgemeinen. Das Konzept der Mikroprogrammierung wird erläutert. Ferner wird der Einstieg in die hardwarenahe Programmierung moderner CPUs mittels Assembler vorgestellt und erprobt. Aufbau und Funktionsweise peripherer Einheiten und Bussysteme werden ebenfalls behandelt.</p> <p>Die Studierenden sollen am Ende der Vorlesung den Aufbau und die Funktionsweise der Architektur eines Rechners, z.B. eines PCs, und des darin enthaltenen Prozessors nicht nur kennen, sondern auch die Gründe für deren Zustandekommen verstanden haben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Grundkomponenten eines Rechners, z. B. eines PCs, und können diese auch im Zusammenspiel als Gesamtsystem - erklären, sowie die Eigenheiten verschiedener Architekturen diskutieren - können die Funktionsweise von Grundkomponenten wie Leitwerk, Rechenwerk, Speicherwerk, Ein-/Ausgabewerk, Bussystemen, sowie peripherer Komponenten erläutern und in die Struktur eines Computersystems einordnen - kennen den Aufbau von Caches, bzw. von Speichern im Allgemeinen und verstehen die Funktionsweise der Ablaufsteuerung, insbesondere in Bezug auf die Abarbeitung von Befehlen - können Konzepte der Mikroprogrammierung unterscheiden, sowie hardwarenahe Programme in Assembler verstehen, modifizieren und erstellen. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A quantitative approach, 4.Auflage, 2006, MorganKaufmann. - Patterson/Hennessy: Computer Organization & Design, 4.Auflage, 2008, MorganKaufmann. - Stallings, Computer Organization & Architecture, 8.Auflage, 2009, Prentice Hall. - Martin, Rechnerarchitekturen, 2001, Fachbuchverlag Leipzig. 	

1	Modulbezeichnung	Einführung in die IT-Sicherheit (Introduction to IT Security)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Angewandte IT-Sicherheit (V) Einführung in die IT-Sicherheit – Übung (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Felix Freiling	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Felix Freiling	
5	Inhalt	Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit und eignet sich als Einstieg in das Vertiefungsgebiet "IT-Sicherheit" an der FAU. Themen (unter anderem): IT-Sicherheit vs. physische Sicherheit, Identifizierung und Authentifizierung, grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen, grundlegende Abwehrmechanismen, ausgewählte Beispiele aus dem Bereich Systemsicherheit, Netzwerksicherheit und Softwaresicherheit. In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem): "lock picking", "social engineering", ausnutzen von Softwareschwachstellen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern - können die wichtigsten Arten von Softwareschwachstellen in Programmen erkennen und benennen - können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden - lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min.)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010. Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008. Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben. 	

1	Modulbezeichnung	Computerorientierte Mathematik I (Computer oriented mathematics I)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Computerorientierte Mathematik 1 (V) Übungen zu Computerorientierte Mathematik I (Ü)	3 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr. Matthias Bauer	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Matthias Bauer	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Sprachelemente von Python - Schleifen, Verzweigungen, Funktionen, Rekursion - Klassen - Einfache Datenstrukturen - Benutzen von Modulen 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - reproduzieren grundlegende Befehle und Vorgehensweisen der Programmiersprache Python - implementieren einfache mathematische Algorithmen in Python - entwickeln ein einfaches Programm zu einem vorgegebenen Problem selbständig - spüren die Ursachen von Programmierfehlern mit einfachen Debugging Techniken auf und korrigieren diese - gehen mit Python Modulen sicher um und wenden sie in der Praxis zielorientiert an - Programmierkenntnisse, um einfache mathematische Algorithmen implementieren zu können. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	1. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: - B. Sc. Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Mathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur 60 Min.	
11	Berechnung Modulnote	unbenotet	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 3 SWS x 15 = 45 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 75 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Zed A. Shaw, "Learn Python the Hard Way" - https://docs.python.org/2/tutorial/ 	

1	Modulbezeichnung	Computerorientierte Mathematik II (Computer oriented mathematics II)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Computerorientierte Mathematik 2 (V) Übung zur Computerorientierte Mathematik 2 (Ü)	3 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr. Matthias Bauer	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Matthias Bauer	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation mathematischer Inhalte mit LaTeX - Grundkenntnisse UNIX Shell - Verwendung von Debuggern - Numerische Bibliotheken - Symbolische Algebrasysteme - Visualisierung von math. Sachverhalten - Implementierung von Algorithmen zur Linearen Algebra und Analysis 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - setzen selbständig die vermittelten Werkzeuge und Bibliotheken ein, um Algorithmen zu implementieren; - bringen mathematische Inhalte ansprechend in Textform; - lösen Probleme näherungsweise durch Programme; - lösen Formeln symbolisch durch Programme auf; - machen mathematische Sachverhalte durch computergenerierte Graphiken verständlicher; - vertiefen algorithmische Denkweise. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: - Modul CompMath I (Python Grundkenntnisse)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in: - B. Sc. Wirtschaftsmathematik Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Mathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Erstellung eines Computerprogramms (30 Minuten) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	bestanden / nicht bestanden	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 3 SWS x 15 = 45 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 75 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Brian W. Kernighan and Rob Pike: The Unix Programming Environment 	

1	Modulbezeichnung	Nailing your Thesis	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Nailing your Thesis (V) Nailing your Thesis Exercises (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Riehle	
5	Inhalt	<p>This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis.</p> <p>The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Science and society - The research process - Exploratory research - Confirmatory research - Writing a thesis/paper - The scientific community <p>If you only want to take OSS-NYT-PROJ please still come to OSS-NYT-VUE class on the first day to learn about the projects.</p> <p>The overall schedule can be found at https://goo.gl/VqoFO . Please sign up for the course on StudOn (link accessible through schedule spreadsheet) as soon as possible.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> - Understand how to perform research - Understand how to write a research thesis 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<p>PROJ (small research project), students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work.</p>	
11	Berechnung Modulnote	Projektleistung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	- The syllabus, schedule, literature, and more can be found at http://nythesis.com	

1	Modulbezeichnung	Approximate Computing	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Approximate Computing (V) Exercises to Approximate Computing (Ü)	SWS 2 SWS 2
3	Lehrende	Prof. Dr. Jürgen Teich Prof. Dr. Oliver Keszöcze	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jürgen Teich Prof. Dr. Oliver Keszöcze	
5	Inhalt	The following topics will be covered: 1. Introduction to Approximate Computing 2. Challenges 3. Approximate Arithmetics 4. Approximate Algorithms 5. Applications	
6	Lernziele und Kompetenzen	The purpose of the course approximate computing is to instruct students about the main ideas and concepts of approximate computing. This includes analyzing the trade-off between energy consumption, accuracy, run-time and hardware costs, concrete approximating techniques (e.g. approximate hardware synthesis, approximating algorithms) as well as theoretical background (determining the computational error and its complexity).	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündliche Prüfung (30 min.)	
11	Berechnung Modulnote	mündliche Prüfung 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	- J. Han and M. Orshansky, "Approximate computing: An emerging paradigm for energy-efficient design," <i>2013 18th IEEE European Test Symposium (ETS)</i> , Avignon, 2013, pp. 1-6. doi: 10.1109/ETS.2013.6569370 - Q. Xu, T. Mytkowicz and N. S. Kim, "Approximate Computing: A Survey," in <i>IEEE Design & Test</i> , vol. 33, no. 1, pp. 8-22, Feb. 2016. doi: 10.1109/MDAT.2015.2505723	

1	Modulbezeichnung	Tutoren (Tutor)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Tutorenschulung Tutorentätigkeit in der Mathematik oder Informatik	1 SWS 2 Sem.
3	Lehrende	Prof. Dr. Merz	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Merz	
5	Inhalt	<u>Tutorenschulung</u> - Rolle als Tutor/Tutorin - Tutorien planen und gestalten - aktivierende Lehrmethoden - schwierige Situationen im Tutorium <u>Tutorentätigkeit in der Mathematik oder Informatik:</u> - Selbstständige Leitung einer Übungsgruppe zu einer Mathematik- oder Informatikvorlesung unter der fachlichen Betreuung durch einen Hochschullehrer/ einer Hochschullehrerin - Didaktische Grundprinzipien wissenschaftlicher Lehre - Praktische Umsetzung des Gelernten in Tutoren- und Übungsgruppen - Erfassen und Analyse möglicher Verständnismängel auf studentischer Seite im Gespräch; Anleitung der Studierenden zu deren möglichst selbstständiger Behebung - Weitgehend selbstständige Zuarbeit bei der Korrektur und Bewertung der studentischen Arbeit; Kommunikation von Lösungen und Bewertungen an die Studierenden	
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Tutorenschulung</u> Die Studierenden - Kennen die didaktischen Grundprinzipien wissenschaftlicher Lehre <u>Tutorentätigkeit in der Mathematik oder Informatik:</u> Die Studierenden - können die didaktischen Grundprinzipien wissenschaftlicher Lehre in einer Übungsgruppe zu einer Mathematik- oder Informatikvorlesung planen und umsetzen - Können Übungsgruppe zu einer Mathematik- oder Informatikvorlesung unter der fachlichen Betreuung durch einen Hochschullehrer/ einer Hochschullehrerin selbstständig leiten - können mathematische oder informatikwissenschaftliche Inhalte aus der Rolle des Experten kommunizieren	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	4.-5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Teilnahme Tutorenschulung Tutorentätigkeit in der Mathematik oder Informatik (2 Semester) schriftliche Ausarbeitung (Projektbericht (ca. 5 Seiten))	
11	Berechnung Modulnote	Teilnahme Tutorenschulung (unbenotet) Tutorentätigkeit in der Mathematik oder Informatik (unbenotet) schriftliche Ausarbeitung (Projektbericht (unbenotet))	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Tutorenschulung Tutorentätigkeit in der Mathematik oder Informatik Projektbericht	12 Stunden 132 Stunden 6 Stunden
14	Dauer des Moduls	2 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch (nach Wahl der Studierenden)	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Betriebspraktikum (Industrial Placement)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Betriebspraktikum von (mindestens) vier Wochen Dauer	
3	Lehrende	Ausbildungsbetreuer eines Unternehmens oder einer Institution	
4	Modulverantwortliche/r	Ausbildungsbetreuer eines Unternehmens oder einer Institution	
5	Inhalt	Praktikumstätigkeit außerhalb der Universität bei einem Unternehmen oder einer Institution. Das Modul ermöglicht das Sammeln von berufspraktischer Erfahrung im mathematischen/informatikwissenschaftlichen Berufsfeld von Data Sciences.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - verfügen über Kenntnisse und Erfahrungen in einem bestimmten mathematischen/informatikwissenschaftlichen Berufsfeld - kennen die Strukturen betrieblicher Arbeitsabläufe und können die im Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten in einem Bereich der beruflichen Praxis anwenden - sind in der Lage, ihre eigenen Fähigkeiten und Interessen anhand der berufspraktischen Erfahrungen zu reflektieren - kennen die Abläufe von beruflichen Bewerbungsverfahren 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science - B. Sc./M. Sc. Mathematik - B. Sc./M. Sc. Wirtschaftsmathematik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bericht (Umfang: max. 15 Seiten) mit Datendeckblatt	
11	Berechnung Modulnote	Detaillierter schriftlicher Arbeitsbericht (unbenotet) Beurteilung durch den Betrieb (unbenotet)	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	Gesamtstunden: 150 h (4 Wochen)	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch (nach Wahl der Studierenden)	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Rechnerkommunikation (Computer Communication)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Rechnerkommunikation (V) Rechnerkommunikation Übungen (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Dr. Anatoli Djanatliev	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Reinhard German	
5	Inhalt	<p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Rechnerkommunikation und durchläuft von oben nach unten die Schichten des Internets:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsschicht - Transportschicht - Netzwerkschicht - Sicherungsschicht - Physikalische Schicht <p>Anschließend wird Sicherheit als übergreifender Aspekt behandelt. An verschiedenen Stellen werden analytische Modelle eingesetzt, um Wege für eine quantitative Auslegung von Kommunikationsnetzen aufzuzeigen. Die Übung beinhaltet praktische und theoretische Aufgaben zum Verständnis der einzelnen Schichten.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kenntnisse über zentrale Mechanismen, Protokolle und Architekturen der Rechnerkommunikation (Topologie, Schicht, Adressierung, Wegsuche, Weiterleitung, Flusskontrolle, Überlastkontrolle, Fehlersicherung, Medienzugriff, Bitübertragung) am Beispiel des Internets und mit Ausblicken auf andere Netztechnologien - Kenntnisse über Sicherheit, Leistung und Zuverlässigkeit bei der Rechnerkommunikation - praktische Erfahrung in der Benutzung und Programmierung von Rechnernetzen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 min.) und Übungsleistung (unbenotet)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im SoSe	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h</p>	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Lehrbuch: Kurose, Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet. 6th Ed., Addison Wesley, 2013 	

1	Modulbezeichnung	Computergraphik (Computer Graphics)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Computergraphik (V) Übungen Computergraphik (Ü)	3 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger	
5	Inhalt	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Graphik Pipeline - Clipping - 3D Transformationen - Hierarchische Display Strukturen - Perspektive und Projektionen - Sichtbarkeitsbetrachtungen - Rastergraphik und Scankonvertierung - Farbmodelle - Lokale und globale Beleuchtungsmodelle - Schattierungsverfahren - Ray Tracing und Radiosity - Schatten und Texturen <p>This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - graphics pipeline - clipping - 3D transformations - hierarchical display structures - perspective transformations and projections - visibility determination - raster graphics and scan conversion - color models - local and global illumination models - shading models - ray tracing and radiosity - shadows and textures 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder - erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone - beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten - skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Sichtbarkeitsberechnung - vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik - illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen - erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline - lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen - klassifizieren Schattierungsverfahren - bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> - describe the processing steps in the graphics pipeline - explain clipping algorithms for lines and polygons - explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates - depict techniques to compute depth, occlusion and visibility - compare the different color models - describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes - explain the algorithms for rasterization and scan conversion - solve problems with shading and texturing of 3D virtual models - classify different shadowing techniques - explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen, das Modul Algorithmik kontinuierlicher Systeme zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird.	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	

9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 min.) und Übungsleistung (unbenotet)
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 3 SWS x 15 = 45 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002 - Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson - Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice - Rauber: Algorithmen der Computergraphik - Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik - Encarnaç�o, Strasser, Klein: Computer Graphics

1	Modulbezeichnung	Software-Entwicklung in Großprojekten (Software Development in Large Projects)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Softwareentwicklung in Großprojekten (V) Übung Softwareentwicklung in Großprojekten (Ü)	2 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die einzelnen Phasen der Softwareentwicklung: Anforderungsanalyse, Spezifikation, Entwurf, Implementierung, Test, Wartung - Beispielhafter Einsatz ausgewählter repräsentativer Verfahren zur Unterstützung dieser Entwicklungsphasen - Ergonomische Prinzipien Benutzungsoberfläche - Objektorientierte Analyse und Design mittels UML - Entwurfsmuster als konstruktive, wiederverwendbare Lösungsansätze für ganze Problemklassen - Automatisch unterstützte Implementierung aus UML-Diagrammen - Teststrategien - Refactoring zur Unterstützung der Wartungsphase - 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden auf Basis der bereits erworbenen Programmierkenntnisse systematische und strukturierte Vorgehensweisen (wie das Wasserfall- und V-Modell) zur Bewältigung der Komplexität im Zusammenhang mit dem „Programmieren-im-Großen“ an; - benutzen ausgewählte Spezifikationsprachen (wie Endliche Automaten, Petri-Netze und OCL), um komplexe Problemstellungen eindeutig zu formulieren und durch ausgewählte Entwurfsverfahren umzusetzen; - wenden UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) zum Zweck objektorientierter Analyse- und Design-Aktivitäten an; - reproduzieren allgemeine Entwurfslösungen wiederkehrender Probleme des Software Engineering durch Verwendung von Entwurfsmustern; - erfassen funktionale und strukturelle Testansätze; - setzen Refactoring-Strategien zur gezielten Erhöhung der Software-Änderungsfreundlichkeit um. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Informatik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Min.)	
11	Berechnung Modulnote	Klausur 100%	
12	Turnus des Angebots	1 x jährlich jeweils im WiSe	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Lehrbuch der Softwaretechnik (Band 1), Helmut Balzert, 2000	

1	Modulbezeichnung	GraphR: Graph Routing and Applications	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Lecture Graph Routing and Applications (V) Exercise Graph Routing and Applications (Ü)	2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Francisco Javier Zaragoza Martínez	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Alexander Martin	
5	Inhalt	The origins of graph theory are usually traced back to Euler's solution to the famous amusement known as the Königsberg bridges problem, that is, the problem of starting at some point, traversing each bridge exactly once, and returning to the original point. Since then, numerous generalizations and variants of this problem have been proposed. In this course we are going to present some basic graph routing problems (known as the postman problem and the traveling salesman problem), we are going to cover the necessary graph theoretical concepts and mathematical programming techniques used to model these problems (usually as linear integer programs), and we are going to describe algorithmic methods for their solution.	
6	Lernziele und Kompetenzen	At the end of this course, students should be able to (a) recognize the basic arc and edge graph routing problems, (b) solve graph routing problems using well-known combinatorial algorithms, (c) model more complex graph routing problems using integer programming, (d) apply mathematical programming techniques to solve practical graph routing problems.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Recommended: - Modul LKOpt: Lineare und Kombinatorische Optimierung	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: - B. Sc. Data Science - B. Sc. Mathematik	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Written exam (90 min.) with exercises	
11	Berechnung Modulnote	Written exam 100%	
12	Turnus des Angebots	Not annually	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	Half a semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	English	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Kryla: Kryptographie I – Teil 1 (Cryptography I – Part 1)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Kryptographie I – Teil 1(V) Übungen zur Kryptographie I – Teil 1(Ü)	2 SWS 1 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	
5	Inhalt	Einführung in die Kryptographie <ul style="list-style-type: none"> - Klassische Chiffrierverfahren - Grundeigenschaften der Ringe Z und Z/nZ - Primzahltests - Public-Key-Kryptosysteme – RSA Fermat-Faktorisierung Die Präsentation der Inhaltsthemen erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> - erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an - nützen Software wie Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse - erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> - Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul in: <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science - B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik, Theoretische Mathematik) - B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlmodul) - M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Algebra und Geometrie“) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<ul style="list-style-type: none"> - Übungsleistungen (unbenotet) - Klausur (90 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Vorlesung: 2 SWS x 15 = 30 h Übung: 1 SWS x 15 = 15 h Eigenstudium: 105 h	
14	Dauer des Moduls	ein halbes Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zum Modul - J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie - J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography 	

1	Modulbezeichnung	Kryl: Kryptographie I (Cryptography I)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung Kryptographie I (V) Übungen zur Kryptographie I (Ü)	4 SWS 2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	
5	Inhalt	<p>Einführung in die Kryptographie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Klassische Chiffrierverfahren - Grundeigenschaften der Ringe Z und Z/nZ - Primzahltests - Public-Key-Kryptosysteme – RSA - Die Pollard-rho-Methode zur Faktorisierung - Kryptographische Anwendungen diskreter Logarithmen - Kryptographische Hashfunktionen - Digitale Signaturen - Methoden zur Berechnung diskreter Logarithmen - Enigma <p>Die Präsentation Inhaltsthemen erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an - nützen Software wie Maple, Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse - erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science - B. Sc. Mathematik (Angewandte Mathematik, Theoretische Mathematik) - B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlmodul) - M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Algebra und Geometrie“) 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<ul style="list-style-type: none"> - Übungsleistungen (unbenotet) - Klausur (90 Min.) 	
11	Berechnung Modulnote	Klausur (100 %)	
12	Turnus des Angebots	unregelmäßig	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 300 h davon: Vorlesung: 4 SWS x 15 = 60 h Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 210 h</p>	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskript zum Modul - J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie - J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography 	

1	Modulbezeichnung	ProO: Projektseminar Optimierung	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar Optimierung (S)	2 SWS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frauke Liers	
4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Alexander Martin	
5	Inhalt	<p>Anhand einer konkreten Anwendung sollen, die im Studium bis dahin erworbene Kenntnisse zu mathematischen Optimierungsmodellen und -methoden umgesetzt werden.</p> <p>Der Inhalt ergibt sich aus einer aktuellen Problemstellung häufig in enger Zusammenarbeit mit einem Industriepartner.</p> <p>Als Beispiele seien die Wasserversorgung einer Stadt, die Gestaltung einer energieeffizienten Fassade eines Bürogebäudes oder das Baustellenmanagement im Schienenverkehr genannt.</p> <p>Das Modul wird als Projekt durchgeführt.</p> <p>Das heißt, Studierende werden, in Teams von bis zu 4 Personen, die in der ersten Woche ausgehändigte Aufgabenstellung im Laufe des Semesters bearbeiten.</p> <p>Es werden zu vorgegebenen Meilensteinen Zwischenberichte (teilweise in Form von Präsentationen) erwartet.</p> <p>Am Ende des Semesters werden die Teams ihre Lösungsvorschläge vorstellen und vergleichen.</p>	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenden das bisher im Studium erworbene Fachwissen aus den Bereichen der Linearen Algebra und der Optimierung in einem größeren Projekt praktisch an; - modellieren selbständig in Teams eine reale Fragestellung, entwickeln und implementieren Lösungsverfahren und wenden ihre Ergebnisse auf die Praxis an; - präsentieren die Ergebnisse der Projektarbeit und diskutieren diese; - arbeiten gemeinschaftlich in einem Team und lösen Probleme analytisch; - tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lineare Algebra - Kombinatorische Optimierung 	
8	Einpassung in Musterstudienplan	4. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	<p>Pflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Wirtschaftsmathematik <p>Wahlpflichtmodul in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Science 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	<p>Als Pflichtmodul</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vortrag (45 Min.) - schriftliche Ausarbeitung (5-10 Seiten) <p>als Schlüsselqualifikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unbenoteter Vortrag und schriftliche Ausarbeitung 	
11	Berechnung Modulnote	<p>Pflichtmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vortrag (50 %) und schriftliche Ausarbeitung (50 %) <p>Schlüsselqualifikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unbenotet 	
12	Turnus des Angebots	mindestens einmal jährlich	
13	Arbeitsaufwand	<p>Workload 150 h</p> <p>davon:</p> <p>Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h</p> <p>Eigenstudium: 120 h</p>	
14	Dauer des Moduls	ein Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Englisch Level 2: Focus on Academic Writing (SZENL2FAW)	2,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Englisch Level 2: Focus on Academic Writing (Ü)	2 SWS
3	Lehrende	Mitarbeiter der Abteilung Englisch für alle Fakultäten	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristina Maul, Abteilung Englisch für Hörer/innen aller Fakultäten (Eng-HaF)	
5	Inhalt	This course is designed to give students a first opportunity to focus entirely on improving their writing skills. Its main objective is to give students an introduction into academic writing. The input will mainly come from academic and journalistic sources as well as the course book (see below).	
6	Lernziele und Kompetenzen	Academic Word List 4-6 make writing more academic and formal structure writing and reference sources properly tasks: essay writing + formal emails	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entry requirements: placement test result "Level 2" OR Level 1 completed (= 4 SWS at Level 1 passed)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	The exam will consist of continuous assessment (essay + formal email)	
11	Berechnung Modulnote	aggregate of above-mentioned tasks	
12	Turnus des Angebots	2 x jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Workload 75 h davon: Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise	Academic Writing Skills 2 Student's Book. Cambridge University Press. (978-1-107-62109-1)	

1	Modulbezeichnung	Englisch Level 2: Focus on Grammar and Vocabulary (SZENL2GV)	2,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Englisch Level 2: Focus on Grammar and Vocabulary Ü (Anwesenheitspflicht)	2 SWS
3	Lehrende	Mitarbeiter der Abteilung Englisch für alle Fakultäten	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristina Maul, Abteilung Englisch für Hörer/innen aller Fakultäten (Eng-HaF)	
5	Inhalt	This is a language course at level B2, CEFR, in which students have the opportunity to consolidate their grammar structures and usage, and expand their academic and everyday vocabulary with the help of texts and specially devised exercises.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Academic Word List 4-6 consolidate knowledge of selected grammar structures and academic vocabulary in context focus on reading and writing tasks vocabulary: describing studies and academic coursework; the environment; health; employment; media; family grammar: present, past, and future tense and aspect; passive voice; articles; conditionals; reported speech; relative clauses; (un)countable nouns	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entry requirements: placement test result "Level 2" OR Level 1 completed (= 4 SWS at Level 1 passed)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Midterm and final exam: Short writing tasks and grammar/vocabulary exercises	
11	Berechnung Modulnote	aggregate of above-mentioned tasks	
12	Turnus des Angebots	2 x jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Workload 75 h davon: Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Englisch Level 2: Key Discussions in the Natural Sciences (SZENL2KDNS)	2,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Englisch Level 2: Key Discussions in the Natural Sciences (Anwesenheitspflicht Ü)	2 SWS
3	Lehrende	Mitarbeiter der Abteilung Englisch für alle Fakultäten	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristina Maul, Abteilung Englisch für Hörer/innen aller Fakultäten (Eng-HaF)	
5	Inhalt	This course is aimed at students of all scientific disciplines and does not concentrate on individual fields of study within the natural sciences. It consists of varied group discussion work with ongoing feedback and assistance to increase participants' fluency and accuracy in scientific English.	
6	Lernziele und Kompetenzen	increase participants' confidence, fluency and accuracy in spoken scientific English	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entry requirements: placement test result "Level 2" OR Level 1 completed (= 4 SWS at Level 1 passed)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	The assessment consists of two in-class listening sessions during the teaching semester and an oral examination at the end of the course.	
11	Berechnung Modulnote	aggregate of above-mentioned tasks	
12	Turnus des Angebots	2 x jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Workload 75 h davon: Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Englisch Level 2: Holding Scientific Presentations (SZENL2HSP)	2,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Englisch Level 2: Holding Scientific Presentations (Ü)	2 SWS
3	Lehrende	Mitarbeiter der Abteilung Englisch für alle Fakultäten	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristina Maul, Abteilung Englisch für Hörer/innen aller Fakultäten (Eng-HaF)	
5	Inhalt	This course is aimed at students of all scientific disciplines and does not concentrate on individual fields of study within the natural sciences. It consists of intensive presentation training for increasing the effectiveness and accuracy of presentations delivered in English.	
6	Lernziele und Kompetenzen	increasing the effectiveness and accuracy of scientific presentations delivered in English	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entry requirements: placement test result "Level 2" OR Level 1 completed (= 4 SWS at Level 1 passed)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	The assessment consists of two in-class presentations delivered during the teaching semester	
11	Berechnung Modulnote	aggregate of above-mentioned tasks	
12	Turnus des Angebots	2 x jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Workload 75 h davon: Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Englisch Level 2: Spoken English for Technology Students (SZENL2TS)	2,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Englisch Level 2: Spoken English for Technology Students (Ü)	2 SWS
3	Lehrende	Mitarbeiter der Abteilung Englisch für alle Fakultäten	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristina Maul, Abteilung Englisch für Hörer/innen aller Fakultäten (Eng-HaF)	
5	Inhalt	English course focused on academic and professional written and oratory skills. A keen emphasis on technological terminology and coherent expression of technological knowledge in a professional setting defines the forefront of this course. Students will learn to in English at an intermediate level.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Spontaneous and prepared speech for engineering topics Academic, technical and professional vocabulary Improve accuracy, pronunciation, and fluency in spoken technical English. 4. Improve listening and summarizing skills	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entry requirements: placement test result "Level 2" OR Level 1 completed (= 4 SWS at Level 1 passed)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Vocabulary exam; Listening Exam; Speaking Exam	
11	Berechnung Modulnote	aggregate of above-mentioned tasks	
12	Turnus des Angebots	2 x jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Workload 75 h davon: Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

1	Modulbezeichnung	Englisch Level 2: Focus on Academic Speaking (SZENL2FAS)	2,5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Englisch Level 2: Focus on Academic Speaking (Anwesenheitspflicht Ü)	2 SWS
3	Lehrende	Mitarbeiter der Abteilung Englisch für alle Fakultäten	
4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristina Maul, Abteilung Englisch für Hörer/innen aller Fakultäten (Eng-HaF)	
5	Inhalt	In this class you will be offered the opportunity to gain confidence in speaking English through speaking English. The emphasis will be on making you more comfortable in speaking English and your tutor's aim will be rather to help you with vocabulary and pronunciation and with the rhythm and stress of the language than to demand strict grammatical accuracy. The topics for discussion will range from subjects of general interest to the more academic. topics: arts & culture, education, environment, family / gender issues, global issues, health, justice, language, media, religion, travel & transportation	
6	Lernziele und Kompetenzen	gain confidence in speaking English expand vocabulary and work on pronunciation as well as rhythm and stress more than on strict grammatical accuracy	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Entry requirements: placement test result "Level 2" OR Level 1 completed (= 4 SWS at Level 1 passed)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	1., 4. oder 5. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodul in: - B. Sc. Data Science	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	small task in class, listening comprehension, oral exam -	
11	Berechnung Modulnote	aggregate of above-mentioned tasks	
12	Turnus des Angebots	2 x jährlich	
13	Arbeitsaufwand	Workload 75 h davon: Übung: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 45 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch	
16	Literaturhinweise		

BA-Abschlussarbeit für Data Sciences (B22-B23)

1	Modulbezeichnung	Bachelorseminar (Bachelor Seminar)	5 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Bachelorseminar (S)	2 SWS
3	Lehrende	Dozent	
4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Das Bachelor-Seminar dient als methodische und arbeitstechnische Vorbereitung für die anschließend abzulegende Bachelorarbeit. - Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Dozenten/Innen bekannt gegeben. 	
6	Lernziele und Kompetenzen	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet von Data Sciences; - analysieren Fragestellungen und Probleme aus dem gewählten Teilgebiet von Data Sciences und lösen diese mit wissenschaftlichen Methoden; - verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren Sachverhalte von Data Sciences in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; - tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus. 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen sind sichere Kenntnisse mit den Inhalten der Module, auf die das Bachelor-Seminar aufbaut. (Module der GOP)	
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in - B. Sc. Data Sciences	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung	
11	Berechnung Modulnote	Seminarleistung 100%	
12	Turnus des Angebots	semesterweise	
13	Arbeitsaufwand	Workload 150 h davon: Seminar: 2 SWS x 15 = 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Dozenten im Voraus (bei der Vorbesprechung) bekannt gegeben.	

1	Modulbezeichnung	Bachelorarbeit (Bachelor Thesis)	10 ECTS-Punkte
2	Lehrveranstaltungen	Bachelorarbeit	
3	Lehrenden	Betreuerin / Betreuer der Bachelorarbeit	
4	Modulverantwortliche/r	Studiendekan/in studiendekan@math.fau.de	
5	Inhalt	Bachelorarbeit je nach Inhalt Thema	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> - eine gestellte Frage auf dem Gebiet der Data Sciences selbstständig bearbeiten - ihre Bachelorarbeit in Abstimmung mit ihren Prüfern systematisch strukturieren - selbstständig Fremd- und Eigendaten ermitteln und erfassen, darstellen, zusammenführen und interpretieren - sich kritisch mit den Ergebnissen auseinandersetzen und ordnen diese in den jeweiligen Erkenntnisstand ein - komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten - ihren eigenen Fortschritt zu überwachen indem sie einen strukturierten Arbeitsplan erstellen und steuern 	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme		
8	Einpassung in Musterstudienplan	6. Semester	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in <ul style="list-style-type: none"> - B. Sc. Data Sciences 	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Bachelorarbeit (ca. 20-25 Seiten)	
11	Berechnung Modulnote	Bachelorarbeit 100%	
12	Turnus des Angebots	Jedes Semester	
13	Arbeitsaufwand	Präsenzzeit ca.: 3 h Eigenstudium ca.: 297 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch und/oder Englisch (nach Wahl der Studierenden)	
16	Literaturhinweise	wird von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten im Voraus bekannt gegeben	